

UNIVERSIDAD DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO

RED BIBLIOTECARIA MATÍAS

DERECHOS DE PUBLICACIÓN

DEL REGLAMENTO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO

Capítulo VI, Art. 46

“Los documentos finales de investigación serán propiedad de la Universidad para fines de divulgación”

PUBLICADO BAJO LA LICENCIA CREATIVE COMMONS

Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>



“No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.”

Para cualquier otro uso se debe solicitar el permiso a la Universidad



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO

Escuela de Diseño
Rosemarie Vásquez Liévano de Ángel.

"ESTUDIO DEMOSTRATIVO DEL PROCESO
ARTESANAL DE AGLOMERADO A BASE DE FIBRA DE
ESTOPA DE COCO COMO MATERIA PRIMA"

trabajo de investigación experimental

Cecilia Carolina Acosta Rodríguez
Yanira Mayarit Figueroa López

Diseño del Producto Artesanal
Antiguo Cuscatlán, El Salvador.
Julio 2014



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO

Facultad de Ciencias y Artes “Francisco Gavidia”

Escuela de Diseño

Rosemarie Vásquez Liévano de Ángel

“ESTUDIO DEMOSTRATIVO DEL PROCESO ARTESANAL DE AGLOMERADO A BASE DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO COMO MATERIA PRIMA”

trabajo de investigación experimental

presentado por bachilleres

Cecilia Carolina Acosta Rodríguez

Yanira Mayarit Figueroa López

Monografía presentada para optar al título de licenciada en
Diseño del Producto Artesanal.

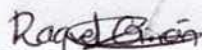
El Salvador, julio 2014

UNIVERSIDAD DR. JOSE MATIAS DELGADO
FACULTAD DE CIENCIAS Y ARTES
"Francisco Gavidia"
ESCUELA DE DISEÑO

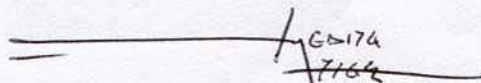
ORDEN DE APROBACIÓN DE LA MONOGRAFÍA:
"ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL PROCESO ARTESANAL DE
AGLOMERADO A BASE DE ESTOPA DE COCO COMO
MATERIA PRIMA"

PRESENTADO POR LAS BACHILLERES:

CECILIA CAROLINA ACOSTA RODRÍGUEZ
YANIRA MAYARIT FIGUEROA LÓPEZ



Lic. Raquel Girón
Coordinador de Comité Evaluador



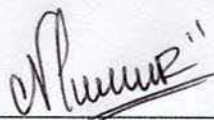
Lic. Fernando Medina
Miembro de Comité Evaluador



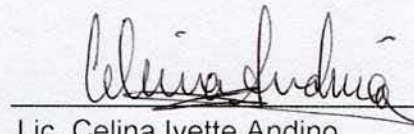
Lic. Marisela Turcios
Miembro de Comité Evaluador



Lic. Jorge Arturo Colorado
Asesor



Lic. Noé Samael Rivera
Asesor



Lic. Celina Ivette Andino
Asesora



Lic. Lisseth Meléndez Martínez
Coordinadora General



24 de julio de 2014



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO

AUTORIDADES

Dr. David Escobar Galindo
Rector

Dr. José Enrique Sorto Campbell
Vicerrector
Vicerrector Académico

Arq. Luis Salazar Retana
Decano de la Facultad de Ciencias y Artes
"Francisco Gavidia"

Licda. Sandra Lisseth Meléndez Martínez
Coordinadora General de la Escuela de Diseño
"Rosmarie Vásquez Liévano de Ángel"

Asesoría de Documento

Msc. Celina Ivette Andino Quintanilla
Msc. Jorge Arturo Colorado Berrios
Msc. Noé Samael Rivera Leiva

Comité evaluador

Msc. Celina Ivette Andino Quintanilla
Msc. Jorge Arturo Colorado Berrios
Msc. Noé Samael Rivera Leiva

RESUMEN

Investigación basada en un diseño experimental que tiene como finalidad crear tableros aglomerados de fibra de estopa de coco. Se creó una propuesta de materia prima, mediante la fibra de estopa y la fécula de maíz que actúa como un aglutinante natural; todo esto, a través de un proceso ecológico y artesanal que se documentó de manera práctica para que cualquier artesano pueda replicarlo.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a las diferentes comunidades artesanales de El Salvador, especialmente a las comunidades ubicadas en las zonas costeras del país.

ÍNDICE

— INTRODUCCIÓN	
— CAPÍTULO 1	1
— 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
— 2. JUSTIFICACIÓN	5
— 3. OBJETIVOS	8
3.1 GENERAL	8
3.2 ESPECÍFICOS	8
— CAPÍTULO 2	9
— 4. MARCO REFERENCIAL	11
4.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL COCOTERO	13
4.2 EL COCOTERO	15
4.2.1 Fases del cocotero	16
4.2.1.1 Germinación	16
4.2.1.2 Juvenil	16

4.2.1.3 Productiva	16
4.2.2 Especies de cocotero	17
4.2.2.1 Cocoteros gigantes	17
4.2.2.2 Cocoteros enanos	18
4.2.2.3 Cocoteros híbridos	18
4.3 EL COCO	19
4.3.1 Copra y agua de coco	22
4.3.2 Fibra de estopa de coco	22
4.3.2.1 Fibra blanca	23
4.3.2.2 Fibra marrón	23
4.4 COMERCIO DE COCO EN EL SALVADOR	24
4.4.1 Producción de coco	26
4.4.2 Importaciones de coco	27
4.5 PRODUCTOS DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO	28
4.5.1 Comercio en La India	32
4.5.2 Comercio en Sri Lanka	32
4.5.3 Comercio en México	33
4.6 PROCESO GENERAL DE OBTENCIÓN DE POLVO, FIBRA Y SUSTRATO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO	33
4.6.1 Maquinaria industrial	35
4.7 TABLEROS AGLOMERADOS	38
4.7.1 Tableros de partículas aglomeradas	38
4.7.1.1 Tableros OSB	38
4.7.1.2 Tableros contrachapados	38
4.7.2 Tableros de fibra	39
4.7.2.1 Tableros por proceso húmedo	39
4.7.2.2 Tableros por proceso seco	40
4.8 AGLUTINANTES	41
4.9 EL MAÍZ	43
4.9.1 Importaciones de maíz a El Salvador	44
4.9.2 Cultivos de maíz en El Salvador	45
4.9.3 Almidón de maíz	45
4.9.4 Porcelana fría	46
4.10 PROCESO DE FABRICACIÓN PARA TABLEROS AGLOMERADOS.....	47
4.10.1 Proceso diagramado	50
4.11 NORMAS ASTM PARA TABLEROS	51

— CAPÍTULO 3.....53

— 5. DISEÑO METODOLÓGICO55

5.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA57

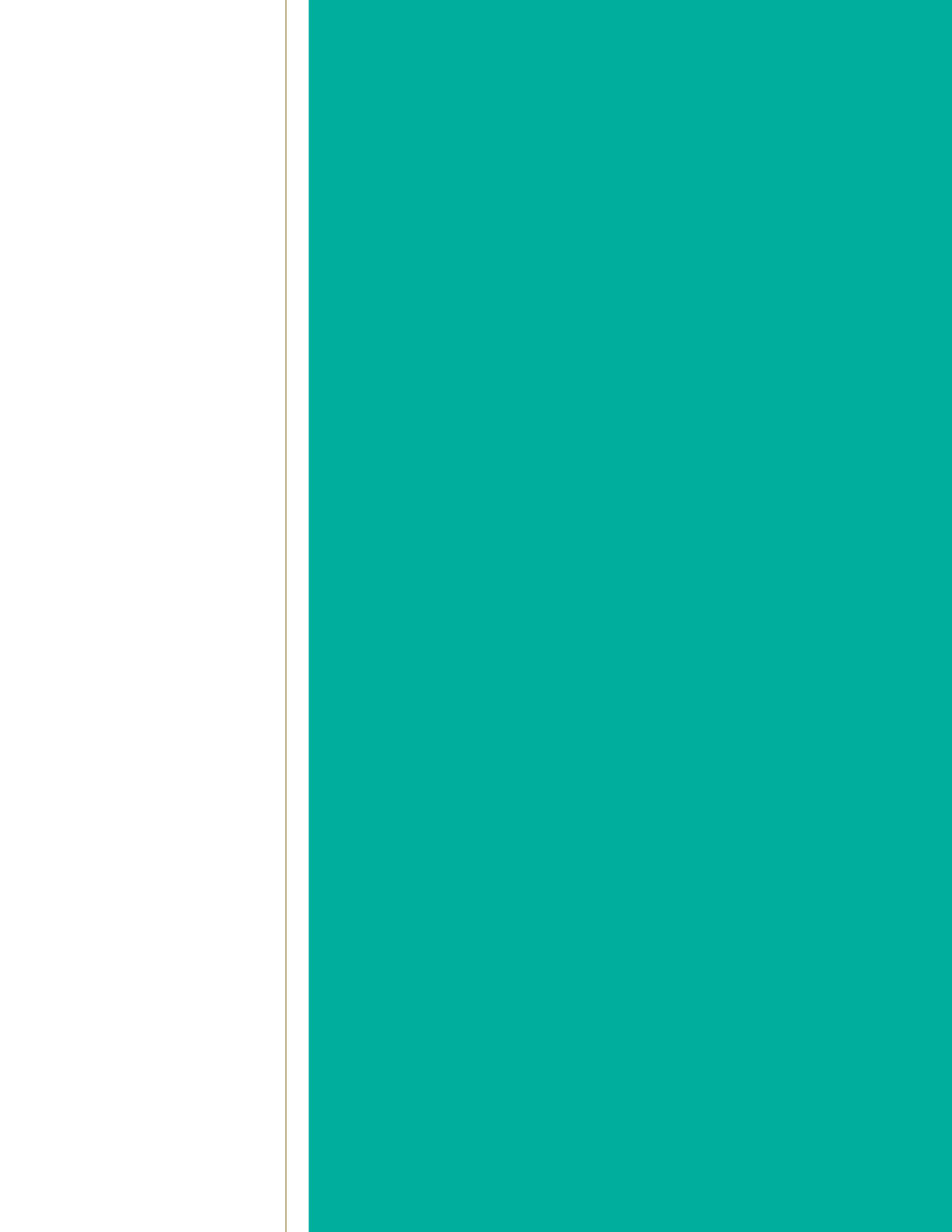
5.2 PROCESO EXPERIMENTAL58

5.2.1 Fase 1- experimento 1: La fibra de estopa de coco
es idónea para realizar tableros aglomerados58

5.2.2 Fase 2- experimento 2: La fécula de maíz es un
aglutinante apropiado para generar tableros aglomerados58

5.2.3 Fase 3- experimento 3: Elaboración de un tablero
aglomerado a partir de los resultados obtenidos en fase 2
.....58

5.3 DELIMITACIÓN	59
5.4 LOCALIZACIÓN	61
5.5 RECURSOS HUMANOS	61
5.6 EQUIPO E INSTRUMENTOS	61
5.6.1 Experimento 1	61
5.6.2 Experimento 2 y 3	61
5.7. HIPÓTESIS	65
5.7.1 EXPERIMENTO 1	65
5.7.1.1 Hipótesis 1	65
5.7.1.2 Hipótesis 2	66
5.7.1.3 Hipótesis 3	66
5.7.2 EXPERIMENTO 2	67
5.7.2.1 Hipótesis 1	67
5.7.3 EXPERIMENTO 3	67
5.7.3.1 Hipótesis 1	67
CAPÍTULO 4.....	69
6. DESARROLLO DE FASES EXPERIMENTALES	71
6.1 FASE 1- EXPERIMENTO 1	73
6.1.1 Preparación	74
6.1.2 Ficha técnica de obtención de datos	75
6.1.3 Proceso	77
6.1.4 Resultados	79
6.1.5 Validación	81
6.2 FASE 2 - EXPERIMENTO 2	83
6.2.1 Preparación	83
6.2.2 Ficha técnica de obtención de datos	85
6.2.3 Resultados	87
6.2.3.1 Cuadro comparativo de pruebas	89
6.2.3.2 Procesos de elaboración de pruebas	91
6.2.4 Validación	93
6.3 FASE 3 - EXPERIMENTO 3	95
6.3.1 Preparación	96
6.3.2 Ficha técnica de obtención de datos	97
6.3.3 Proceso	99
6.3.4 Resultados	101
6.3.5 Validación	102
CAPÍTULO 5.....	104
7. CONCLUSIONES	106
8. RECOMENDACIONES	109
AGRADECIMIENTOS	111
BIBLIOGRAFÍA.....	113



INTRODUCCIÓN

Los tableros aglomerados son fabricados a partir de partículas finas y comprimidas de madera que se unen entre sí con ayuda de algún aglutinante. Los tableros aglomerados son muy utilizados en el ámbito de la industria; ya que, con ellos se construyen diferentes tipos de productos. Sin embargo, el uso al que se destina a cada tipo de tableros depende de las cualidades físicas que estos proporcionan al usuario.

Además, en el área de materiales, siempre se está buscando innovar utilizando diferentes materiales como base para nuevas materias primas. A raíz de esta constante búsqueda a nivel internacional, nace el interés de poder investigar y experimentar, para dar propuestas para la creación de un material ecológico y artesanalmente reproducible. Es decir, un producto que venga a sumar a la riqueza de cultura y producción artesanal de El Salvador. Siendo a su vez, un medio alternativo para contribuir a mejorar el comercio y los ingresos económicos de diferentes comunidades artesanales.

La presente monografía se trabajó desde febrero hasta junio del 2014. La finalidad principal fue buscar un aglutinante natural, con el cual, se demostró un proceso artesanal para crear tableros aglomerados de fibra de estopa de coco. La decisión de trabajar con estos materiales surgió a través de dos ideas e incentivos: la primera fue aprovechar mejor los recursos naturales del país, como las estopas de coco que suelen verse como un desecho. Y la segunda idea es contribuir a crear procesos de bajo impacto ecológico, encontrando en la fécula de maíz un gran potencial; además de un fácil acceso por ser El Salvador un productor de dicho grano básico.

Para ello, se realizaron diferentes experimentos que se pueden resumir en tres partes. La primera parte constó de estudiar la fibra de estopa de coco de

las especies Enano Malasino y Alto del Pacífico, para reconocer mejor sus características y diferencias. La segunda parte involucró el aglutinamiento de las fibras y se trabajó con la fécula de maíz, bajo el principio de la cerámica fría; que artesanalmente se trabaja desde hace años. Por último, en la tercera parte, se seleccionó una de las pruebas de estopa aglutinada, para generar otra de mayores dimensiones.

El coco es un producto que tiene gran flujo de comercio a nivel nacional e internacional; sin embargo, en nuestro país no se encuentra al alcance la tecnología necesaria para procesar la fibra de la estopa de coco; y con ello, cerrar por completo el ciclo de comercio que podría tenerse con este fruto. Son pocas las empresas que utilizan la fibra y la comercializan como tal; por lo tanto, es necesario proporcionar métodos alternos para trabajar la fibra de estopa de coco.

De ahí que se realizaron diferentes pruebas de aglutinado, para poder crear y sistematizar un proceso idóneo; de manera que, dicho proceso pudiera ser reproducido fácilmente por artesanos, diseñadores, empresarios o investigadores interesados en el tema. Con las pruebas de aglutinado se comprobó que tanto la fibra de estopa de coco, así como la fécula de maíz son idóneos para generar tableros aglomerados. Se trabajó con diferentes porcentajes en relación a la estopa, la fécula de maíz y el agua, hasta lograr un porcentaje adecuado; con el cual, se creó un material recto, plano y compacto. No se tuvieron problemas de tiempo con el secado y además, es resistente a la humedad y a los hongos.

Esquemmatizando, este proyecto conlleva cinco capítulos. El primero de ellos consiste en el planteamiento del problema, para lo cual se hizo una documentación actual del comercio de coco en el mercado internacional y en El Salvador; de manera que pudiese plantearse una situación de problema a la cual dar respuesta.

El segundo capítulo es el marco referencial que constó de investigación bibliográfica para obtener los antecedentes, cualidades y características del coco, y la fécula de maíz. Para conocer los requerimientos necesarios que se deben considerar al crear tableros aglomerados y que aseguren buena calidad. También se incluyen otros temas de interés como el comercio de estos materiales a nivel nacional e internacional; dando una idea de la posibilidad de producción de tableros que podría realizarse en el país.

Además, en el tercer capítulo se hizo un diseño metodológico donde se plantearon las hipótesis y que sirvió como guía para el desarrollo y ejecución de la investigación. De manera que, fue seguro alcanzar cada uno de los objetivos previamente planteados. Como resultado de la ejecución del diseño metodológico surge el cuarto capítulo, donde se validan y seleccionan las hipótesis correctas. Es un capítulo experimental que abarca la descripción y procedimientos gráficos de los resultados que se obtuvieron en los tres experimentos.

Por último, el quinto capítulo que consta de un aporte analítico y sintetizado de los resultados, de conclusiones y las debidas recomendaciones a los posibles interesados en proseguir con la investigación.

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel internacional la estopa de coco, es una fibra dura compuesta principalmente por celulosa y lignina, componentes que le proveen resistencia y rigidez. La fibra de estopa es un material versátil utilizado en diversas áreas laborales, por ejemplo: en agronomía, como fertilizantes o agrotexil; en trabajos civiles, sujetando el suelo; en textiles, en tapices; en papelería, jardinería, y en el área arquitectónica como tableros de construcción.

Los tableros aglomerados, son elaborados con pequeñas astillas de madera o algún otro material lignocelulósico fibroso. Al mismo tiempo, el material se aglutina por medio de una sustancia adhesiva, que bajo la acción de presión y calor, durante un tiempo determinado, dan lugar a un material de forma plana (Carrillo, 2005).

Los aglomerados de fibra de coco, en el comercio internacional, se han visto involucrados en el desarrollo de varios productos; sobre todo, en India, Sri Lanka y México. Elaboran desde muebles tapizados, chalecos antibalas, losetas como aislantes de calor y ruido; láminas para acolchonado de camas, en la elaboración de pisos, en acojinado de asientos para vehículos; incluso, hasta bloques prensados para la industria de la construcción.

En México, la aplicación de fibra de estopa en tableros aglomerados, se realiza a través de procesos industriales en los que mezclan la fibra con ciertos aglutinantes sintéticos. Por ejemplo con urea formaldehído o el polietileno de alta densidad y baja densidad, (Godínez, 2005).

En cuanto al uso de otros aglutinantes naturales como el cemento y el corcho, es poca la documentación que se encuentra; especialmente si se habla de aglutinantes naturales líquidos como el látex. En El Salvador, encontramos una recopilación de datos en la tesis de Martha Quintanilla Alas (2010). Así mismo, vale la pena señalar que esas experimentaciones se realizaron en otros países, utilizando aglutinantes naturales de fácil acceso adquisitivo en esas zonas, como por ejemplo España, que es productor de corcho.

En cuanto a plantaciones de cocoteros, en El Salvador, se distribuyen en las planicies costeras. Son tres los tipos de cocotero que existen:

Enano Malasino e Híbrido. Las plantaciones tipo Alto del Pacífico son las de mayor extensión, con presencia en Usulután, Sonsonate e islas de la bahía de Jiquilisco. También se cuenta con plantaciones de Enano Malasino con gran presencia en Usulután, San Vicente y poca extensión en la Paz y La Libertad.

No obstante, a nivel nacional se registran pocas empresas que procesen el coco. La mayoría se dedican a extraer aceite, agua de coco para embotellar y algunas que extraen la fibra de la estopa. La fibra es comercializada en el extranjero en versión suelta o tejida, para crear productos dirigidos en su mayoría a la agricultura. Ejemplos de algunas empresas en El Salvador son: CADESAL, cooperativa el Jobal, Ecoambiente, Embazadora Summer, etc.

Son pocas las empresas o talleres, que procesan y comercializan productos elaborados con aglomerados de estopa. Esto se debe a los altos costos de la maquinaria a nivel industrial (Argüero, 2011). A nivel artesanal, se debe al escaso conocimiento y sistematización de procesos de aglomerado; a la vez, influye la poca información de experimentos y el bajo conocimiento sobre aglutinantes de fácil adquisición en nuestro país. Adicionalmente, se debe mencionar la vaga información disponible sobre las características y las diferencias entre la fibra de estopa correspondiente a los diferentes cocoteros salvadoreños.

Según investigaciones del ingeniero Medardo Lizano del MAG (2001); se conoce que la copra del coco Alto del Pacífico es de buena calidad, más no su agua, al contrario del Enano Malasino, que posee agua de buen sabor y copra de mala calidad. Además, los cocos híbridos reúnen las mejores características, en cuanto a copra y agua, de las especies ya mencionadas.

A pesar de la escasa información, se considera importante tener mayor conocimiento de los frutos, no solo en cuanto a su agua y copra, sino también de la estopa, para asegurar un adecuado y efectivo trabajo con la fibra. Por lo tanto, al trabajar la estopa, se debe analizar e identificar sus peculiaridades y características por especie, su rendimiento en cantidad de fibra y su reacción al aglutinante natural, como la fécula de maíz, por ejemplo.

En general, en otros países existe mucha cultura alrededor del trabajo y procesamiento del coco, sobre todo en el área industrial. Sin embargo, se incurre en gastos elevados para utilizar maquinaria de alta tecnología por el consumo de energía, combustible y recursos no renovables; que en su mayoría, suelen ser contaminantes (Alas, 2010). Entretanto, el negocio comercial del coco, de todos sus elementos, se ha vuelto exclusivo de pocas empresas; no obstante, la mayoría sus procesos no velan por productos de bajo impacto al medio ambiente.

En cuanto a diferentes problemáticas y motivos de producción, a las posibilidades de comercio, al aprovechamiento de recursos renovables y a los productos nacionales ecológicos, conlleva a generar la siguiente interrogante:

¿Cuál es el proceso y el aglutinante natural, que a nivel artesanal, resulta práctico e idóneo para generar un aglomerado de estopa de coco de bajo impacto ambiental?

2. JUSTIFICACIÓN

En El Salvador, la producción de cocos es consumida en gran parte para la extracción de aceite, producción de dulces y venta de cocos como una bebida refrescante. El comercio del coco tiene tanta aceptación, que el mercado nacional consume cantidades mayores cada año; por ende, el país se ve en la necesidad de importar cocos de otros países; ya que, la producción nacional es insuficiente para satisfacer la demanda local.

Según informes del CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (2005 - 2014) para el 2013, los países de los cuales se importaron cocos a El Salvador fueron: Estados Unidos, Guatemala, Sri Lanka y Vietnam; siendo este último, el mayor proveedor con 25,874.27 Kg. El segundo importador fue Estados Unidos con 15,163.78 Kg; posteriormente, Ceilán con 10,548.40 Kg y Guatemala con 109.09 Kg.

Las zonas costeras del país son las que tienen mayor presencia y las idóneas para el cultivo de cocoteros. Dichas zonas, se encuentran altamente pobladas por personas provenientes de diferentes municipios ubicados en la franja costera - marina. Por otra parte, es necesario hacer énfasis, que muchas de las poblaciones presentes en las zonas costeras del país, necesitan de nuevas actividades económicas. Todo esto, con la finalidad de mejorar y asegurar sus condiciones de vida.

Los municipios de las costas tienen mucho potencial para desarrollarse cultural y económicamente. Prueba de ello es el proyecto de FOMILENIO 2 (Velasco, 2012), que pretende apoyar a la zona costera, potenciando sus actividades productivas como turismo, agroindustria, inversión, entre otros. Por ende, FOMILENIO se convierte en un ejemplo real dentro del cual se puede incluir y utilizar los resultados de la presente investigación, para replicar el proceso artesanal de aglomerado de estopa de coco y así tener una nueva herramienta que apoye a generar ingresos económicos.

Mediante esta investigación se busca diseñar y sistematizar el proceso de la elaboración de aglomerados de estopa de coco, con aglutinante natural. La idea principal es generar materia prima de bajo impacto ecológico y que pueda replicarse fácilmente por comunidades artesanales salvadoreñas.

Se tienen grandes expectativas de la propuesta a elaborar debido a las cualidades libres de sustancias tóxicas y su permeabilidad al aire.

En el flujo de producción y comercio salvadoreño se ha identificado un grano básico que por sus propiedades físicas y químicas, presenta un alto potencial para utilizarse como aglutinante. El maíz es un grano que tiene varias cualidades como las adhesivas, ligantes, enturbiantes, formador de películas, agente anti envejecimiento de pan, estabilizante de espuma, gelificante, glaciante, estabilizante, texturizante y espesante. Y uno de los aspectos más importantes es que el maíz puede adquirirse con facilidad en toda la región salvadoreña.

Según informes del CENTA (2006 - 2007), en El Salvador, el maíz tiene gran importancia social y económica. En lo social porque el consumo per cápita es alrededor del 80.51 Kg/año en el área urbana y de 127 Kg/año en el área rural; por lo tanto, nuestro país es uno de los mayores consumidores del área centroamericana. En cuanto a lo económico, la producción de maíz fue de más de 16 millones de quintales para el año 2010; representando, más de 195 millones de dólares y una generación de empleos directos e indirectos. En este sentido, se dice que el rubro es de gran importancia para la base económica salvadoreña. En otros términos, hablamos de fécula de maíz como un polisacárido que se obtiene al moler las diferentes variedades del maíz y suele formar parte de los carbohidratos que se ingieren de forma habitual. Este es un ingrediente sumamente versátil que se presenta como un polvo blanco y fino.

Se puede hablar de la utilización de la fécula de maíz para ciertos trabajos alternos, tanto en artesanías como en trabajos manuales. Por ejemplo, en la elaboración de pegamentos, plastilinas que no genera impacto en el medio ambiente, almidón, en la elaboración de salsas, confitería, sopas, bebidas, pastas, postres, panes; y además es de interés global por su implementación para crear alimentos dietéticos.

En cuanto al trabajo en artesanías se ha observado que la masilla, a base de fécula de maíz, que los artesanos crean tiene estabilidad, rigidez al secarse y es resistente al calor. Al mismo tiempo es fácil de moldear, aglutinar y espesar con diferentes fibras.

Concluyendo, la experimentación con aglomerados de estopa de coco utilizando la fécula de maíz, como aglutinante, contribuye a la innovación y diversificación de materiales existentes en El Salvador. Es decir, se aprovechan mejor los recursos propios del territorio y se ayuda a fortalecer la identidad de la producción nacional. Además, genera un impacto positivo en el medio ambiente y en las comunidades interesadas, pues contribuye a optimizar el comercio del fruto al reciclar la materia residual.

Igualmente se cree muy beneficioso y de interés proporcionar un método artesanal para aglomerar estopa de coco, que sea ecológicamente amigable y de bajo costo de producción. Asimismo, se ayudará a fomentar la cultura de diseño responsable, el aprovechamiento y búsqueda constante de los recursos renovables de nuestro territorio nacional. Esto anterior, también significa que con estas prácticas artesanales se velará por motivar el desarrollo sostenible de las comunidades que puedan interesarse en implementar este proyecto.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Demostrar el proceso artesanal del aglomerado de fibra de estopa de coco en tableros, a base fécula de maíz.

3.2 ESPECÍFICOS

- 3.2.1 Sistematizar el proceso de aglomerado de fibra de estopa de coco en tableros, para su futura implementación como producción artesanal en las comunidades de zonas costeras.
- 3.2.2 Experimentar, transformando la fibra de estopa de coco aglomerada en tableros, mediante un proceso artesanal de poco impacto al medio ambiente.
- 3.2.3 Definir el tipo de coco (Alto del Pacífico o Enano Malasino) según su reacción ante el aglutinante y la cantidad de materia prima proporcionada.

CAPÍTULO 2

4.MARCO REFERENCIAL

El siguiente compilado de información se ha retomado de diversas fuentes bibliográficas como el soporte inicial de esta investigación experimental. Ha sido necesario conocer conceptos básicos tanto del coco como de la fécula de maíz, sus calidades específicas en lo teórico; y así mismo el flujo de comercio que estos productos tienen en nuestro país. La finalidad es facilitar su procesamiento y tratamiento para crear materia prima al mezclarlos. Por otra parte, también se incluyen datos sobre algunas normas internacionales de calidad. La idea de incluir una sección de normas es para retomar tantos aspectos como sea posible; y por consiguiente, crear tableros con calidad y utilidad. Al mismo tiempo, se logrará dejar un aporte informativo para que la investigación sea susceptible de ser continuada posteriormente. En otras palabras, se podrá probar y mejorar la calidad del material propuesto, para que tenga aceptación y reconocimiento no solo a nivel nacional, sino internacional.

4.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL COCOTERO

El origen del cocotero es controversial pues la información con respecto a esto varía según diferentes entidades. Por ejemplo, los informes del MAC, Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador (Lizano, 2001) mencionan que el origen es desconocido, se cree que es un originario del Sur o Suroeste de Asia. En cambio, los informes del CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (García Rodríguez & Guerrero 2003) consideran que el cocotero es originario de la región Indo-Pacífico. Además, se cree que de esa región se diseminó a las áreas costeras de clima cálido-húmedo, desde donde se adentró a los continentes.

García Rodríguez y Guerrero hacen referencia de Zizumbo (1998), en su Guía Técnica Cultivo del Cocotero registrando que el cocotero se introdujo a América por las costas del Pacífico, en 1539 en México; con material proveniente de las costas occidentales de Panamá. También se cree probable que fue por el puerto de Acajutla por donde ingresaron las primeras semillas de coco a El Salvador; y posteriormente, pasaron a Sonsonate en donde se desarrollaron las primeras plantaciones gracias a la abundancia de agua y fértiles suelos.

Por consecuencia, la ciudad de Sonsonate fue conocida por muchos años como la ciudad de las palmeras, o la ciudad de los cocos. A partir de ahí, que se comenzó a distribuir al resto del país.

En El Salvador, la mayoría de las tierras cultivadas de cocotero se encuentran ubicadas en la zona costera del país: en los departamentos de Ahuachapán, Sonsonate, La Libertad, La Paz y Usulután (en la islas de la habia de Jiquilisco) donde se encuentra el 50 % del área cultivada. No obstante, el cocotero se adapta en los valles intermedios: Zapotitán, San Andrés, Atiocoyo, Lempa - Acaguapa y Jiboa.

En general, hoy en día los cocoteros se encuentran en todos los países tropicales del mundo. Los principales productores, según ficha técnica del MAG, son: Filipinas, Indonesia, India, Sri Lanka y Malasia: en América: México y Brasil.

Zonas potenciales para el cultivo del cocotero en El Salvador.

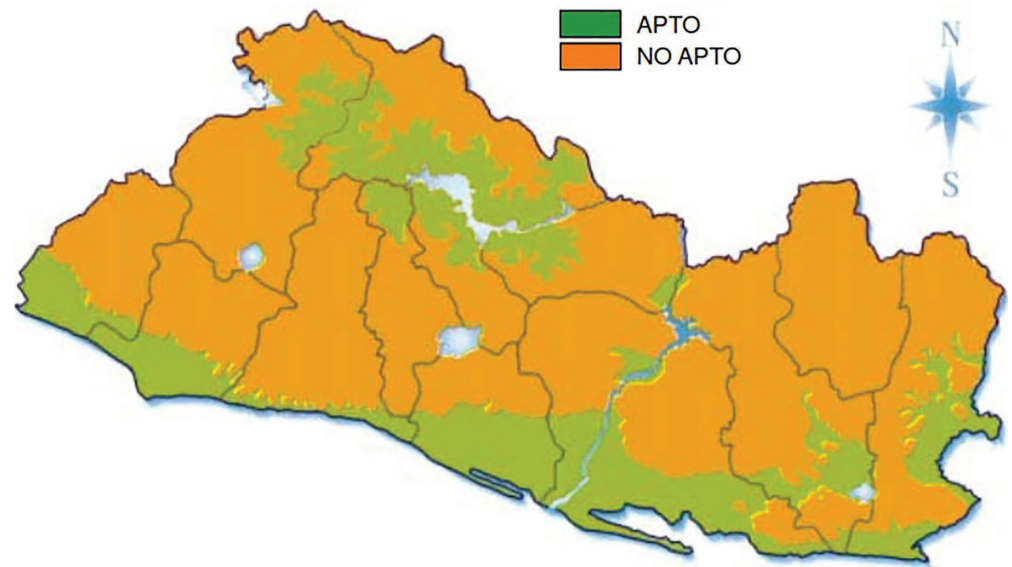


Ilustración 1

Zonas potenciales para el cultivo del coco, fuente: Guía técnica del cultivo del coco del MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería, por el Ing. Medardo Lizano (2001).

García Rodríguez y Guerrero desarrollaron un boletín para el CENTA, en donde afirma que alrededor de la década de 1950 a 1960, en El Salvador, se establecieron las plantaciones más grandes de cocoteros que aún existen. La finalidad de dichas plantaciones era para extraer y exportar aceite y coco rallado. Los huertos antes mencionados se encuentran en las islas de la bahía de Jiquilisco y sus alrededores. En la actualidad, la producción de la mayoría de esos cocoteros ha ido decreciendo por su avanzada edad y al manejo inadecuado. Es necesario por lo tanto que se renueven las plantaciones paulatinamente para mantener los cultivos en los mejores ciclos de vida.

4.2 EL COCOTERO

El cocotero o Cocos nucíferas pertenece a la familia Arecáceas (antes Palmaceae), nativo de las zonas tropicales. Su nombre científico se deriva del latín “nucifera” que significa portador de nueces.

El CENTA proporciona descripciones de los diferentes elementos que componen al cocotero, comienza por especificar que estas plantas son muy longevas, logrando hasta 100 años de vida. En cuanto a su tronco, este varía según la especie de cocotero y sus cultivos. Al menos el tronco del Alto del Pacífico alcanza más de 30 m de altura, color gris y liso. También debemos considerar la edad de la planta y las condiciones ecológicas en que se desarrolla. En cuanto al diámetro del tallo, se dice que varía según la cantidad de agua disponible y la altura varía según los diferentes cultivos.

También describe las hojas que son muy características por ser pinnadas, largas, arqueadas y de color verde. Tienen una longitud de 6 a 10 m en una palmera madura, con un peso de 10 a 20 kg y una superficie foliar de 7 a 8 m². En plantas jóvenes las hojas pueden crecer de 1 a 2 cm por día; en palmas maduras y sanas de 5 a 6 cm diarios.

Al mismo tiempo, señalan la inflorescencia como un elemento singular y muy característico del cocotero. Esto se trata de un espádice que se desarrolla en la axila de cada hoja. El espádice es un eje principal con 20 a 60 ramitas con espigas que producen flores femeninas y masculinas. Cada espiga puede tener de 15 a 30 flores femeninas y unas 200 a 300 flores masculinas, dependiendo de la variedad; en algunos casos, se encuentran flores hermafroditas. La polinización se produce por el viento y por algunos insectos como las abejas, avispas, hormigas y algunas moscas (García Rodríguez & Guerrero 2003).

Según Darwin Vladimir (2011) de la Escuela Politécnica Nacional, en Perú, el cocotero requiere un clima cálido, con pequeñas variaciones térmicas, durante el día como por la noche. La temperatura adecuada debe estar en torno a los 27 °C, con variaciones entre los 5 y los 7 °C; y con una humedad relativa entre el 80 y 90 %.

Otro requerimiento indispensable para el adecuado desarrollo de la palmera de coco es recibir luz solar en abundancia. Por consiguiente, se sabe que los cocoteros no florecen bien en zonas de cielo nublado, mientras la que se desarrolla a la orilla del mar, crece magníficamente por el ambiente despejado y el sol que brilla la mayor parte del día.

4.2.1 Fases del cocotero

El CENTA en su boletín Cultivo del Cocotero señala 3 fases determinantes en el desarrollo de un cocotero, estas son:

4.2.1.1 Germinación

Cuando el fruto está maduro, se inicia el desarrollo del embrión y la germinación. La fase de germinación hasta la emergencia de la planta es de 60 a 120 días y dependerá de la variedad y de la humedad que tenga el fruto.

4.2.1.2 Juvenil

Comprende desde la emergencia de la planta hasta la aparición de la primera inflorescencia. En esta etapa las plantas altas producen de 10 a 11 hojas, en el primer año; en las enanas de 13 a 14 y los híbridos 12 hojas.

4.2.1.2 Fase productiva

Comprende desde el inicio de la floración hasta que deja de producir flores. Los cocoteros altos, en promedio, alcanzan 70 años en esta fase. En el país se han encontrado en producción Altos del Pacífico con más de 75 años (Isla El Espíritu Santo, Usulután; y en Caluco, Sonsonate). Los cocoteros enanos finalizan la fase productiva a los 50 años y en el caso de los híbridos, algunos pasan de los 50 años..

4.2.2 Especies de cocotero

Entre las especies de cocoteros que existen podemos encontrar una gran variedad. Para el caso de El Salvador se reconocen dos grandes grupos de plantaciones: los gigantes, en la especie Alto de Pacífico y los pequeños, especialmente de la especie de Enano Malasino.



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4

4.2.2.1 Cocotero gigante

Imagen 2

Cocotero Alto del Pacífico.
Fuente: Delegación Regional del Tecomán de facultades universitarias en México.

Imagen 3

Cocotero Enano Malayo.
Fuente: Delegación Regional del Tecomán de facultades universitarias en México.

Imagen 4

Cocotero Híbrido. Fuente:
Fuente: Delegación Regional del Tecomán de facultades universitarias en México.

El ing. Medardo Lizano cataloga, a través de registros de MAG, que el cocotero gigante con mayor presencia en El Salvador es el Alto del Pacífico. Este es el cocotero común y se emplean para la producción de aceite y los frutos para consumo fresco, aunque el consumo de su agua es frecuente a pesar de su agua poco dulce. La polinización es cruzada y por ello existe una diversidad de tipos. La producción de coco se da entre los 6 a 9 años, con un promedio de 60 a 80 frutos por planta al año.

Entre sus ventajas destacan el tamaño del fruto y el contenido elevado de copra. Por el contrario, entre sus desventajas destaca la fructificación tardía, la baja producción de frutos y la dificultad para realizar labores de cultivo por su alta elevación.

Algunas otras variedades de cocoteros gigantes son: los Gigante de Malasia (GML), Gigante de Renell (GRL) de Tahití, Gigante del Oeste Africano (GOA) de Costa de Marfil, Alto de Jamaica, Alto de Panamá, Indio de Ceilán, Java Alta, Laguna, Alto de Sudán, etc.

4.2.2.2 Cocotero enano

Las especies enanas de cocotero son populares gracias al buen sabor del agua, a pesar que su copra es de mala calidad. Posee un tamaño pequeño y son empleados fundamentalmente para la producción de bebidas envasadas. Su producción es a los 3 años, permitiendo una cosecha de 120 a 150 frutos por planta al año. A diferencia de los tipos gigantes, en los cocoteros enanos la autofecundación es mayor del 94 %, permitiendo su reproducción por semilla sin perder las características de la planta madre.

La variedad de cocotero enano más cultivada en El Salvador, según el ing. Medardo Lizano, es el Enano Malasino. En esta especie existen básicamente tres tipos diferenciados por el color del fruto en: verde, amarillo y rojo o dorado. Y en general en otros países las variedades populares son: Amarillo de Malasia (AAM), Verde de Brasil (AVEB) de Río grande del Norte.

4.2.2.3 Cocotero híbrido

Producto del cruce entre las anteriores variedades. En Centroamérica solo se producen en Costa Rica, Nicaragua y El Salvador. Al país se han importado plantas procedentes de Costa Rica del híbrido MAPAN VIC 14. En la cooperativa "El Jobal", en Usulután, se hibrida desde hace algunos años, usando como plantas madre los Enano Malasino y como plantas padre los del Alto del Pacífico.

Los frutos de esta especie son frutos de tamaño mediano o grande, buen sabor y buen rendimiento de copra. El híbrido más cultivado es MAPAN VIC 14; un cruce entre Enano de Malasino y Alto de Panamá. Su producción es a los cuatro años, con unos 120 a 140 frutos por planta por año (Lizano, 2001).

En la tabla 1 podemos ver de forma más explícita la comparación de las diferencias entre las tres clases de cocoteros que existen en El Salvador:

Tabla 1

Características del cocotero Alto del Pacífico, Enano Malasino e Híbrido. Fuente: Guía Técnica del Cultivo de Coco.

Cultivar	Tipos	Inicio de Producción	Tipo de Crecimiento	Producción Anual Plena (Frutos/Planta/Año)	Peso del fruto (kg.)	Resistencia a Amarillamiento Letal del Cocotero
Alto del pacífico	Número indeterminado	6 a 9 Años	Alto	60 a 80	2	Tolerante
Enano Malasino o Malayo	Amarillo Verde Rojo o Dorado	3 Años	Pequeño	120 a 150	1	Resistente
Híbrido	MAPAN Y MAPAC	4 Años	Pequeño	120 a 140	1.5	Resistente

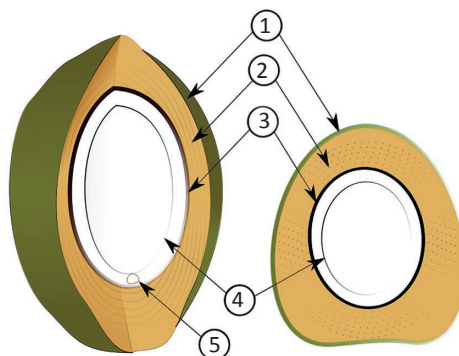
4.3 EL COCO

El coco es el fruto del cocotero y es catalogado como uno de los frutos más útiles del planeta por tener más de 360 usos domésticos. Es una drupa, compuesta por el exocarpio (cáscara), mesocarpio (estopa), endocarpio (hueso), endosperma celular sólido (carne de coco, también llamada copra) y endosperma nuclear líquido (agua de coco).

Imagen 5

Especificaciones de las partes de un coco. Fuente: Facultad Nacional del Noreste, en Argentina.

1. Exocarpio.
2. Mesocarpio.
3. Endocarpio.
4. Endosperma sólido o copra que contiene el agua de coco.
5. Embrión.



El exocarpio (superficie) tiene 0.10 mm de espesor, la cáscara fibrosa (mesocarpio) puede variar de 1 a más de 5 cm de espesor, llegando en la base de la nuez a tener 10 cm (García Rodríguez & Guerrero 2003).

Para el pleno desarrollo del coco se necesitan de 10 a 12 meses según la variedad. Al principio, el exocarpio (cáscara) y el endocarpio

(hueso de coco) crecen en tamaño, más no en espesor y la cavidad embrionica llena de líquido se alarga. Posteriormente, a los 4 meses la cáscara y el hueso adquieren mayor espesor (durante dos meses). A los 6 meses después de su fructificación, se forma el endospermo o copra sólida contra la pared interior de la cavidad, esta primera capa es delgada y gelatinosa.

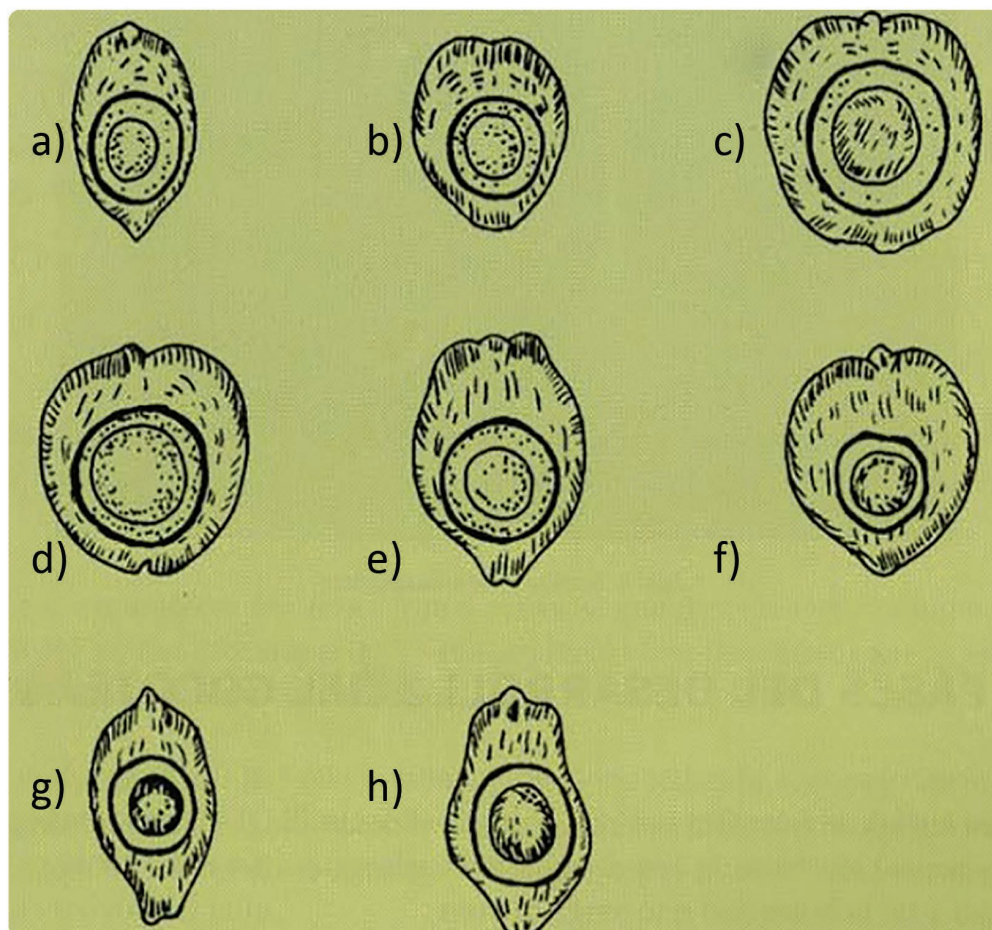
Ahora bien, en cuanto al peso y volumen final del fruto se deben de tomar en cuenta las anotaciones de García Rodríguez y Guerrero (2003), en donde aclara que los frutos van a diferir según la especie del cocotero y la edad del mismo. Además el tamaño del fruto dependerá de recibir abundante agua de lluvias; y también, de las condiciones que tenga el cultivo durante la formación.

Es de considerar que normalmente el tamaño de la semilla no siempre corresponde al tamaño del fruto; es decir, que con frecuencia los cocos grandes tienen semillas pequeñas, mientras que los cocos pequeños suelen tener semillas grandes y cáscaras bastante delgadas. En la ilustración 6 se da una referencia de las diferentes formas de fruto de cocotero que podemos encontrar. En otros términos, se presentan las posibles combinaciones de dimensión de la estopa y el hueso del fruto.

Imagen 6

Diferencia de frutos de cocoteros. Guía Técnica Cultivo del Cocotero del CENTA, por José García y Mauricio Guerrero.

- a) Fruto pequeño y copra gruesa.
- b) Fruto pequeño y copra delgada.
- c) Fruto grande, cavidad grande, copra gruesa.
- d) Fruto grande, cavidad grande, copra delgada.
- e) Fruto grande, cavidad grande, copra gruesa.
- f) Fruto grande, cavidad grande, copra delgada.
- g) Cocotero enano.
- h) Cocotero variedad aurantiaca.



Informes del MAG (2003) explican que desde el momento que ocurre la fecundación del ovario hasta los ocho meses, se forma el 32.1 % de copra, a los nueve meses 55.7 % y a los 11 meses el 94.1 %, momento en el que el fruto ha alcanzado su madurez fisiológica.

Sin embargo, de los 11 meses en adelante, el tejido de la envoltura fibrosa pierde su humedad, se vuelve rojizo y más duro, debido a la rápida deshidratación. Como consecuencia, el agua desaparece y se pierde la mitad del peso del fruto aproximadamente. Por ejemplo, un coco pasa de pesar 3 o 4 kg a unos escasos 2 o 1.5 kg.

Normalmente, cuando los frutos están maduros tienden a desprenderse, aunque en algunas variedades de cocotero siguen en la planta algunos meses más. Vale la pena ahondar en la etapa de cosecha de los cocoteros. Y hay que comenzar aclarando los términos de producción y cosecha. La producción se refiere a la plantación de cocoteros; en cambio, la cosecha se refiere a la actividad de recolección de los frutos de dichas plantaciones.

En el comercio del coco, no todos los productores esperan hasta la madurez del coco para hacer la cosecha de frutos. Los intervalos de cosecha son influenciados por el fin que se tiene planeado para la producción. En este sentido, si el consumo será para coco fresco, se cosecha en intervalos de 2 a 3 meses. Especialmente cuando el fruto se encuentra entre el sexto y octavo mes después de la inflorescencia; dado que, en este periodo tiene más agua y mejor sabor. Ahora bien, si lo que se quiere es trabajar la copra, la cosecha debe realizarse cada 4 meses, cuando la copra es más sólida. En el mismo sentido, si se recolecta el fruto caído deberá de hacerse cada mes.

Según estudios de Arguero (2011), se sabe que la práctica de dejar que los cocos se desprendan y caigan por sí mismos no reduce la cantidad de copra de buena calidad que se extrae del fruto. Lo cual contradice la creencia popular, que tiende a pensar que la copra disminuye la calidad.

Es claro que existe una diferencia entre un coco tierno y un coco maduro, por lo cual, a continuación se explica de forma explícita las diferencias:

Imagen 7

Coco tierno.

Fuente: recetario de cocina de chef Mari, clasificada como uno de los mejores blogs de cocina según el diario Listin, en Santo Domingo.



Coco tierno:

Se cosecha de los 8 a 6 meses cuando el agua casi llena la cavidad interna. Su uso principal es justamente el agua, como bebida refrescante e hidratante. De igual manera se consume su copra que tiene una textura gelatinosa y poco consistente.

Imagen 8

Coco maduro.
Fuente: recetario de cocina de chef Mari, clasificada como uno de los mejores blogs de cocina según el diario Listin, en Santo Domingo.

**Coco maduro:**

Se cosecha de los 8 a los 11 meses. En esta etapa de vida del fruto la copra o endospermo se ha formado sólida y consistentemente. A pesar que posee tanto el agua como la copra, por lo general en este estado, el fruto es consumido de forma natural por su copra principalmente.

4.3.1 Copra y agua de coco

La copra del coco es la carne blanca o almendra seca extraída del coco maduro. Su contenido de humedad se encuentra alrededor del 6 % y se clasifica en dos tipos, comestible y para molido. La copra preferida para comer es de calidad superior y es utilizada para diversas preparaciones alimenticias, así como para el consumo directo. En cambio, la segunda se utiliza para la extracción de aceite. La copra contiene aproximadamente 63 % de aceite, 31 % de materia seca y 6 % de agua (Vanegas y otros, 2001).

El mercado más interesante tanto en Asia, como en Europa y Norteamérica es el del agua de coco envasada; ya que tiene gran aceptación y mayor demanda cada año. Sin embargo, el agua de coco no debe ser confundida con la leche de coco; pues la leche de coco se obtiene exprimiendo la pulpa y el agua de coco se encuentra por naturaleza en su cavidad interior.

4.3.2 Fibra de estopa de coco

Para la mejor comprensión y desarrollo de la investigación se considera necesario aclarar tantos términos como sea posible, es por eso que a partir de la información se creará una propia definición sobre la estopa de coco. Por lo general las estopas enteras son divididas en dos partes para facilitar su limpieza, secado y triturado; por ello para el presente estudio se asumirá de aquí en adelante que “una estopa de coco” corresponde a la mitad de una estopa entera, ya sea seca o húmeda.

Los principales componentes de la fibra que conforma la estopa son la celulosa y lignina con un alto porcentaje de ceniza. El último componente es el que le provee de resistencia y rigidez.

La fibra es pálida cuando no está madura, pero con el tiempo y pérdida de humedad se endurecen y amarillean por la capa de lignina que se deposita en sus paredes.

Esta fibra se encuentra dentro de la categoría de fibras fuertes igual que el henequén, pita y agave. Presenta resistencia mecánica, rigidez, resistencia a la humedad, baja conductividad de calor, no es tóxica y es económica. Son relativamente resistentes al daño por el agua salada y una vez seca se vuelve inodora. No es atacada por roedores ni terminas, es imputrescible y no produce hongos (Alas, 2010).

La tabla 2 incluye la composición química de la estopa de coco, dicha información contribuye a conocer mejor las cualidades de la fibra con la que se pretende trabajar en este proyecto:

Tabla 2

Composición química de la fibra de estopa de coco. Fuente: Tesis "Diseño de un triturador pulverizador de estopa de coco para la producción de sustrato granulado", por Darwin Cajas, Ecuador.

Composición		(%)
Lignina		42,3
Celulosa		32,3
Pentanosa		14,7
Grasa saponificales		5,1
Grasa insaponificales		0,7
Cenizas	MnO	0,195
	k ₂ O	0,059
	Na ₂ O	0,003
	SiO ₂	0,701
Proteínas		1,2

Por otra parte, Darwin Cajas Arguero registra, en su tesis, datos más cuantitativos proporcionando ciertas dimensiones de la fibra, la cual está compuesta por filamentos de distinta longitud que varían desde los 150 a 350 mm con diámetros comprendidos entre 0,1 a 1,5 mm.

El CENTA en conjunto con José García y Mauricio Guerrero, registraron que existen dos tipos de fibra: blanca y marrón; siendo La India, el país que registra la mayor producción de fibra blanca. Los métodos de extracción son los siguientes:

4.3.2.1 Fibra blanca

El método tradicional se obtiene después de un proceso de inmersión en agua salina dentro de las 48 horas de la extracción de la fibra, durante 6 a 9 meses. Durante este periodo, se somete a acción microbiológica que ocasiona el desprendimiento de la fibra del exocarpio (cáscara). Su uso principal es para alfombras y colchones.

4.3.2.2 Fibra marrón

En los lugares que no tienen disponibilidad de agua, el coco se somete a inmersión por pocos días. Posteriormente, se utilizan métodos mecánicos de extracción de fibra: a través de descortezamiento se obtiene la fibra ondulada, que se utiliza para la fabricación de cuerdas. Con el método de desfibramiento

Imagen 9

Tipo de fibra según el método de extracción. Fuente: Tesis "Industrialización de la fibra de estopa de coco" por Martha Quintanilla Alas.

se produce fibra recta apta para alfombras. India y Sri Lanka son los mayores productores de fibra marrón en el mundo.

A continuación se presentan unas imágenes de referencia los resultados de otros métodos de extracción de la fibra de coco. La idea principal es reconocer mejor la fibra de coco tras su extracción.



Fibra cerdosa



Fibra remojada



Fibra no remojada

4.4 COMERCIO DEL COCO EN EL SALVADOR

El mercado salvadoreño presenta una demanda insatisfecha de cocos que conduce a la importación de coco fresco y deshidratado. El primero se utiliza para agua y copra, mientras que el segundo se utiliza en la industria de la panadería, lácteos y repostería.

Según informes del CENTA, en El Salvador si tiene una estacionalidad poco marcada, pero se reporta una época de abundancia desde mayo hasta septiembre. La escasez se da desde octubre hasta abril, lo cual coincide en la fluctuación de precios existente en el mercado interno. Ver tabla 3 en la siguiente página.

Además, reporta que en el mercado de mayoreo La Tiendona, los mayoristas e importadores resaltan que el consumidor nacional prefiere el coco salvadoreño, aunque no tenga presencia en el mercado durante todo el año en especial durante la época seca (diciembre - abril).

Para el año 2000, señalaron que existían cuatro mayoristas de coco en el mercado nacional, quienes reportaban una demanda semanal de 24,000 cocos. Esta fruta se descargaba entre las 6:00 y las 8:00 a.m, aún cuando el camión llegaba al mercado durante la noche o las 4:00 a.m. Señalan también que los horarios establecidos son importantes porque son los más adecuados para negociaciones, aunque la mayoría son hechas con meses de anticipación. Sus principales proveedores tienen origen nacional en Ahuachapán y de Guatemala.

Tabla 3

Gráfica de la estacionalidad de la producción de coco en El Salvador
Boletín 2000, MAG - IICA



Los factores que definen la calidad del coco son: Tamaño grande, color verde y abundante agua dulce. El coco de color amarillo tiene menor demanda, expresaron los comerciantes. Otro factor que define el precio es la duración del producto. Los mayoristas comentaron que el coco de Guatemala tiene mayor duración en comparación al salvadoreño, aunque esto no ha sido comprobado técnicamente. Lo que si fue afirmado por el MAG es que el manejo agronómico y de pos cosecha, si influye en la duración del producto.

Un proceso para evitar daños al fruto es separar el coco del racimo sin producir lesiones que favorezcan la entrada de hongos. Por este motivo, se recomienda que la espiga sea cortada equidistantemente con 3 cm por lado. Solo en caso sea requerido desprenden el coco del racimo (Vanegas y otros, 2001).

Según el MAG, la venta de cocos frescos es la mejor forma de comercio, ya que se obtienen ingresos mayores en relación a la producción de copra. Además, la permanencia de los cocos en el racimo es un atractivo comercial y en la mayoría de los casos influye en el precio. La diferencia en el tamaño del fruto es un determinante al momento de establecer el precio (Lizano, 2001). De hecho, Arguero asegura que antes de extraer la copra de los cocos, se deben colocar en lugares adecuados de almacenamientos durante un mes aproximadamente.

4.4.1 Producción de coco

La tabla 4 presenta un cuadro con el rendimiento nacional de diferentes cultivos, entre los cuales encontramos el cocotero en el año agrícola 2012 - 2013.

Tabla 4

Superficie, producción y rendimiento de diferentes cultivos del 2012 al 2013. Fuentes: Encuestas Primera y Segunda de Propósitos Múltiples 2012/2013, DGEA - MAG / CSC, PROCAFE, CONSAA Y COPAL (MAG, 2013).

CULTIVO	SUPERFICIE (Mz)	PRODUCCIÓN		RENDIMIENTO (Unidad/Mz)
		Volumen	Unidad	
Maíz	406,089	20,368,465	Quintal	50.2
Sorgo	147,183	3,004,644	Quintal	20.3
Frijol	166,672	2,371,835	Quintal	14.2
Arroz (grazna)	6,328	623,142	Quintal	98.5
Caña de azúcar para Azúcar 1/	104,672	7,151,160	T.corta	68.3
Caña de azúcar para Semilla	3,489	216,374	T.corta	62
Chile Dulce	212	56,950	Quintal	268.5
Papa	253	115,147	Quintal	455.9
Repollo	1,370	1,687,617	Quintal	1231.7
Tomate	656	409,787	Quintal	624.8
Yuca	4,076	726,413	Quintal	178.2
Sandía	3,485	1,319,603	Quintal	378.6
Naranja	4,910	2,085,536	Quintal	424.7
Guineo	524	103,071	Quintal	196.7
Plátano	3,659	810,363	Quintal	221.4
Coco (fruto)	3,618	1,321,348	Quintal	365.2
Algodón (rama)	540	16,200	QQ rama	30
Cafeto	200,000	1,750,000	QQ oro	8.8

La ing. Martha (Alas, 2010) proporciona algunos datos sobre el manejo de pos cosecha de los cocos:

- 73 % de los productores clasifican el producto basándose en el tamaño.
- Un 83 % de los productores recibe rechazos del comprador, lo que ocasiona pérdidas entre el 1 % y 10 %.
- La principal causa de rechazos es el tamaño pequeño y los daños (58 %).
- Los compradores transportan el producto a granel (98 %) y ellos proveen los cortadores.
- El producto se vende de contado y se negocian las cosechas completas por adelantado.
- Generalmente el productor le vende a un solo comprador.

4.4.2 Importaciones de coco

Por otra parte, también se cuenta con un registro de las importaciones que ha hecho El Salvador, debido que no se alcanza a satisfacer la necesidad, con cosechas nacionales.

Las tablas 5 y 6 reflejan las cantidades promedio en Kg y en dólares, respectivamente. Lo cual, nos da una mejor y actual percepción de la cantidad de fibra de estopa de coco que puede llegar a quedar como desecho residual.

PARTE DE LA TABLA DE LAS IMPORTACIONES DE LAS PRINCIPALES FRUTAS
ENERO - DICIEMBRE 2012 al 2013. Volumen en Kg

Tabla 5

Importaciones de coco
2012 - 2013 en Kg. Fuente:
MAC, conforme al Sistema de
Información en Sanidad
Agropecuaria (SISA)
(MAC, 2013).

PRODUCTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AGUACATE	574,619	620,850	555,322	291,264	217,339	226,223
BANANA	250,456	267,751	267,819	214,546	240,422	230,398
CIRUELA	52,903	48,700	86,321	82,986	87,321	21,360
COCO	11,712	19,276	29,855	14,212	18,792	5,978

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
390,592	383,565	370,632	563,068	523,890	648,297	5,365,661
231,650	257,917	275,132	259,969	243,193	215,796	2,955,047
104,518	71,258	70,951	99,721	69,584	37,815	833,435
15,633	16,575	4,534	8,016	5,043	3,843	153,468

Tabla 6

Importaciones de coco
2012 -2013 en dólares.
Fuente: MAC, conforme al
Sistema de Información en
Sanidad Agropecuaria
(SISA) (MAC, 2013).

PARTE DE LA TABLA DE LAS IMPORTACIONES DE LAS PRINCIPALES FRUTAS
ENERO - DICIEMBRE 2012 al 2013. Volumen en dólares

PRODUCTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AGUACATE	1,295,806	1,175,668	1,268,855	697,184	567,724	505,691
BANANA	4,049,403	4,085,655	4,297,242	3,449,289	3,908,267	3,902,984
CIRUELA	35,701	40,350	65,875	75,543	332,986	119,310
COCO	226,648	379,920	594,608	271,314	377,704	122,500

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
877,854	1,058,386	938,123	1,340,358	1,254,181	1,455,125	12,434,956
4,076,090	4,460,306	4,580,100	4,753,778	4,312,974	3,890,203	49,766,290
137,892	60,442	55,369	70,618	42,799	22,779	1,059,665
150,000	262,460	92,800	165,000	103,750	79,000	2,825,704

4.5 PRODUCTOS DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO

Fibra de estopa de coco, se llama a la fibra obtenida de la cáscara de coco y su valor radica en su contenido de fibra de la cual según la Ing. Martha Quintanilla, se pueden distinguir tres tipos principales: una larga y fina, una tosca y unas más corta:

- Fibra larga y más fina, se conoce con el nombre de fibra de esteras o lulo.
- Fibra tosca, que se conoce con el nombre de fibra de cerda.
- Fibra rizada, que es la fibra de cerda, en forma de cuerda.

Además existe otra fibra más fina, no tan popular, llamada fibra de hilo que se obtiene de cáscaras de coco inmaduro.

Las características propias de la fibra de estopa de coco hacen que sea un material versátil y que pueda ser utilizado en diferentes productos. Las fibras más largas y finas son empleadas como hilaza para esteras y alfombras. Las fibras gruesas se usan para la manufactura de cepillos y escobas; y por el contrario, las cortas y finas son empleadas como relleno de colchones y muebles.

Imagen 10

Geo-textiles. Fuente: tesis "Industrialización de la Fibra de Estopa de Coco" por Martha Quintanilla Alas.

Los colchones y pliegos son comúnmente aglutinados con látex natural sin adicionar materiales extraños o basura. Estas lanas de coco son colocadas en capas, comprimidas y vulcanizadas. Por este procedimiento, se obtiene productos durables con excelentes propiedades. La alta calidad de estos productos, al ser permeables al aire y poseer adecuadas propiedades naturales de respiración, no permiten reacciones alérgicas (Alas, 2010).

La fibra también es utilizada en obras civiles, tales como la prevención de la erosión, debido a que ayuda a sujetar el suelo y permite el crecimiento de cobertura vegetal, encontrándose entre los geotextiles.

Los geo-textiles de cuerda de estopa de coco protegen la superficie de la tierra y promueve la rápida vegetación. Son un tesoro maravilloso natural y eco amigable. Mantas de control de erosión en preparaciones de tejidos y no tejidos. Totalmente biodegradables, ayudan a la estabilización del suelo y renueva la vegetación en variadas laderas.



Contra la erosión de tierras, denominadas como biomantas. Las fibras están reforzadas con una malla de polímero fino reforzado por ambos lados para formar una malla más fuerte y acolchonada.



Imagen 11

Muestra de malla metálica con fibra de estopa de coco. Fuente: tesis "Industrialización de la Fibra de Estopa de Coco" por Martha Quintanilla Alas.

Al mismo tiempo, puede ser utilizada como un combustible casero y fertilizante, así como materia orgánica. Finalmente, como agrotexil es conocido por sus beneficios para el cultivo de hortalizas y otras especies. Se utiliza como sustrato para siembra de plántulas, por su capacidad de retención de humedad y como macetas (Vanegas y otros, 2001). Ver imagen 12.

Imagen 12

Artículos de jardinería.
Fuente: tesis "Industrialización de la fibra de estopa de coco" por Martha Quintanilla Alas.

MÉDULAS DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO

La médula de la cuerda de estopa de coco, un material esponjoso, está encontrando nuevas aplicaciones. Es un excelente acondicionador del suelo y está siendo ampliamente utilizada como un medio de menos-suelo para propósitos agri-hortícolas. Con sus cualidades de retención de humedad, la médula de la cuerda de estopa de coco es ideal para la siembra de anthuriums y orquídeas. Disponible en forma cruda y convertida en estiércol orgánico. Ver imagen 13.

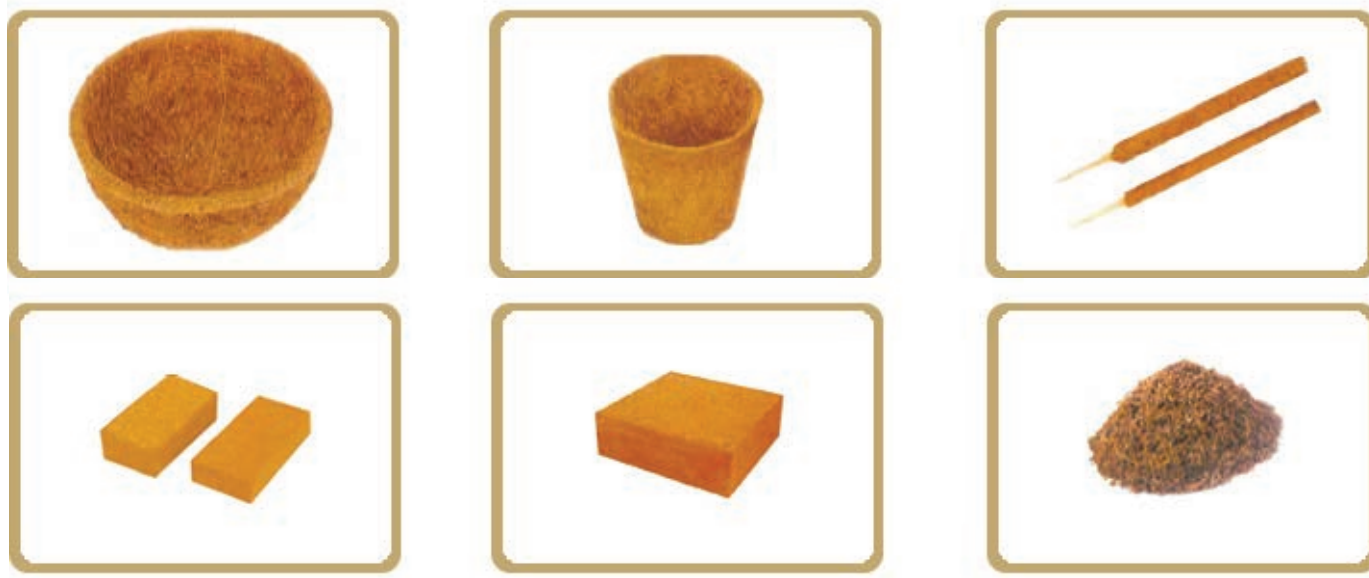


Imagen 13

Médulas de cuerda de estopa de coco. Fuente: tesis "Industrialización de la fibra de estopa de coco" por Martha Quintanilla Alas

HILO DE CUERDA DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO



Imagen 14

El hilo de fibra de estopa puede encontrarse generalmente en dos versiones: Los que han sido hilados completamente a mano, así como los hilados con máquinas automáticas.

Dichos hilos son de diferente calidad y clasificación basadas en la calidad de la fibra utilizada, la naturaleza del torcido, la presencia de impurezas, etc. Disponible en diferentes formas como fardos hidráulicamente prensados, bolillos de carrete, bolas, etc.

Imagen 14

Ejemplo de hilos de fibra de estopa. Fuente: tesis "Industrialización de la Fibra de Estopa de Coco" por Martha Quintanilla Alas.

PETATES DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO (petates de vara, corredo)

Los petates de cuerda son elaborados en telares manuales, a motor, con marco, con y sin cepillar. Los petates de vara por su grueso cepillo y los petates de

fibra por su compacto cepillo. El reverso de Látex/Goma hace a los petates anti-deslizantes. Disponible con diseños tejidos o en estarcido y diseños sesgados para uso interior o exterior de puertas principales.



Imagen 15

Ejemplo de los diferentes tipos de petates elaborados con fibra de estopa. Fuente: tesis "Industrialización de la Fibra de Estopa de Coco".

ALFOMBRAS ESTERADAS

Las cuerdas de estopa de coco esteradas se cortan a la medida de una alfombra, extremos atados metidos por dentro, orillados o con sello de goma para uso del área de la alfombra. También disponible con o sin reverso de látex. Son elaboradas en el tradicional telar manual o a motor. Disponible en orilla natural, en colores sólidos y una variedad de motivos, diseños hechos en telar y combinación de colores. La calidad del esterado está determinada por el tipo de hilo y el telar utilizado. Principalmente utilizado como cobertura de pisos y pasadores corredizos para decorar gradas o corredores. También utilizado para paneles de pared, cielo falso, revestimiento (forro) y control de eco.

Imagen 16

Alfombras esteradas. Fuente: tesis "Industrialización de la Fibra de Estopa de Coco" por Martha Quintanilla Alas.



También hay registros que por varias décadas, esta fibra se ha utilizado como producto de aislamiento. Debido a sus excelentes propiedades acústicas, la fibra de estopa de cocos verdes y maduros, reduce sustancialmente los niveles de resonancia, impacto y aire. Por lo tanto, ha sido una de las soluciones ideales para muchos problemas en el área acústica, superando los resultados obtenidos con el uso de otros materiales (Argüero, 2011).

Especialmente, en la actualidad ha encontrado mucha demanda como sustrato dentro del cultivo hidropónico por sus extraordinarias propiedades físicas, facilidad de manejo y carácter ecológico.

Alas ha recopilado valiosa información sobre la actividad de tres países determinantes en el procesamiento y comercio de la fibra de estopa de coco; que a su vez, han marcado la historia y el comercio desarrollando productos a base de la misma fibra. Dichos países son: La India, Sri Lanka y México.

4.5.1 Comercio en la India

La India es el principal productor de fibra marrón, a nivel artesanal y semi industrial; en donde, la principal mano de obra son las mujeres quienes provocan que el producto final tenga muchas variables entre sí mismo. El 50 % de las fibras se exportan en bruto y el otro 50 % recibe un proceso de transformación para hacerlo en producto (Alas, 2010).

Por ejemplo, en los desembarcaderos de Kerala, la fibra es utilizada como geotextil. Asimismo, la utilizan para el refuerzo de diques, pues evitan la erosión de estructuras de ingeniería en el paisaje. O bien, es utilizada tradicionalmente en los houseboats o barcos, que se hacen a base de materiales como postes de bambú, alfombras del bonote, cuerdas de la fibra del coco, etc. Incluso en Kochi, se encuentran muchos lugares donde se dedican a elaborar tejidos a partir de esta fibra flexible en cuanto a su aplicación en productos.

4.5.2 Comercio en Sri Lanka

Según Alas, la mejor fibra de coco se produce en Sri Lanka. Asegura que a nivel mundial, este es el país número uno en la producción de fibra blanca. En comparación con la India, Sri Lanka utiliza sistemas modernos de procesamiento, requiriendo menos manos de obra. Por lo tanto, logran reducir más los costos y mayor uniformidad en el producto final.

Los productos de fibra de estopa de coco, producidos en este país, son aceptados por los estándares internacionales de calidad. Son distribuidos por todo el mundo a comerciantes y productores con o sin experiencia.

4.5.3 Comercio en México

En este país venden la fibra de estopa de coco en pacas para industria, como la construcción, lo agrícola, de regalos y decoración, así como textil. Para que las empresas se encarguen de procesarla para su conveniencia.

Los estados productores de coco son varios: Campeche, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tabasco, Nayarit, Sinaloa, Quintana Roo y Yucatán. Hace 34 años, Artifibras comercializa fibra de estopa de coco y productos derivados. Hoy sus ventas suman un promedio de \$ 500 mil al mes. Compran fibra de estopa a un costo de dos pesos por kilo con una empresa Michoacana; con ella, han pactado la compra de la fibra y establecido una alianza estratégica.

Esta compañía manufactura asientos y otros artículos para la industria automotriz, colchones, alfombras, muebles, filtros y malla orgánica, la cual, venden a empresas dedicadas a la reconstrucción de lechos de agua y riachuelos (Alas, 2010).

4.6 PROCESO GENERAL DE OBTENCIÓN DE POLVO, FIBRA Y SUSTRATO DE ESTOPA DE COCO

Antes de proporcionar el proceso general de obtención de estas tres versiones de estopa de coco al ser pasadas por molienda, es necesario que se aclare el término de polvo, fibra y sustrato, según la Real Academia de la Lengua Española. Todo esto, con el fin de comprender más el nivel de procesamiento y maquinaria que se necesita para lograr estos tres niveles de molienda.

- a) **Polvo:** Residuo que queda de otras cosas sólidas, moliéndolas hasta reducirlas a partes muy menudas.
- b) **Sustrato:** Estrato que subyace a otro y sobre el cual puede influir. Refiriéndonos a estrato a cada una de las capas de un tejido orgánico que se superponen a otras o se extienden por debajo de ellas.
- c) **Fibra:** Cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales.

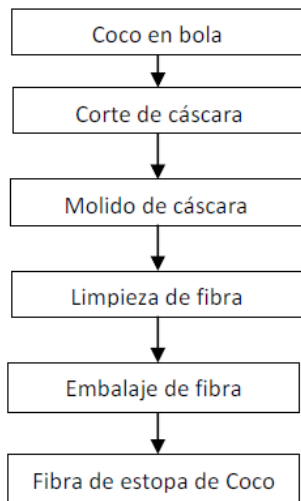


Diagrama 1

Proceso general de obtención de polvo, fibra y sustrato de estopa de coco. Fuente: tesis "Industrialización de la Fibra de Estopa de Coco"

Es decir, que la fibra es el primer producto de la estopa que no requiere de un proceso tan minucioso para disminuir su tamaño, ya que solo requiere su separación. Por otra parte, la obtención de la fibra y de sustrato se realiza de manera simultánea, de tal manera que el sustrato es considerado subproducto del desprendimiento de la fibra de estopa de coco (Carrillo, 2005).

En cambio al referirnos al polvo, sabemos que es el producto de fibra que requiere que la maquinaria sea más especializada para llegar a reducirla en su mínima dimensión.

Como se puede observar los procesos descritos por Martha Quintanilla Alas (2010), en su tesis, el proceso base para la obtención ya sea para polvo, fibra o sustrato de estopa de coco, es prácticamente el mismo. Sin embargo, en procesos industriales utilizan maquinaria que tritura y separa la fibra en sus tres diferentes presentaciones; las cuales, han sido obtenidas por cuchillas especiales de las máquinas en el proceso de molienda.

Al obtener el coco en bola (con cáscara verde o seco), el primer paso es el pelado o descascarado, luego estas cáscaras son pasadas por un proceso de extracción de sus fibras, en la operación llamada molienda, las cuales serán filtradas y embaladas para su posterior procesamiento. Lo antes descrito se puede resumir en seis operaciones básicas, las cuales se pueden apreciar en el diagrama 1.

Además, se ha incluido como referencia, el proceso de extracción de fibra de estopa de coco, de la tesis de Martha Novoa Carrillo (2005), quien trabajó con una reconocida empresa: Coco Colima S. A de C.V. En el registro describen cómo la cáscara de coco es desfibrada mediante un proceso mecánico, donde utilizan un molino.

La empresa compra la cáscara de coco, en grandes cantidades. Siguen todo un plan de trabajo con procedimientos muy sencillos que agilizan el desfibrado:

- Colocan las cáscaras en unas bandas contenidas en el molino.
- Pasan por la zona de trituración, obteniendo una fibra en breña; lo cual, facilita su uso, posteriormente.
- Se coloca en unas plataformas donde se van acumulando carpetas de dicho material.
- Finalmente se pesa el producto para formar las pacas que se envían a destinos diferentes y de esta manera ser utilizados en diversos trabajos.

Con la misma finalidad de conocer el proceso de extracción, se presenta a continuación una serie de maquinaria que corresponde a la investigación, a nivel tecnológico, realizada por la Ing. Martha Quintanilla. Siendo Sri Lanka, La India y México su referencia por ser los mayores productores de fibra; tanto a nivel industrial, como semi industrial. En la tecnología usada por los dos últimos países mencionados, se tiene:

- Máquina para triturar fibras.
- Máquina trituradora de cáscara.

- Máquina desfibradora.
- Máquina cribadora.
- Máquina limpiadora.
- Máquina prensadora que embala.
- Máquina descortezadora con golpeador.

4.6.1 Maquinaria industrial

A continuación se presentan algunas referencias tanto de maquinaria como de empresas que se dedican a diseñar y comercializar la maquinaria idónea para procesar la fibra de estopa de coco. Retomando como listado preliminar, el que se citó anteriormente.

Imagen 17

Trituradora Heavy Duty EFB Shredder. Empresa Khun Heng. Fuente: Universidad de Colima

Trituradora EFB para uso industrial KH-77.

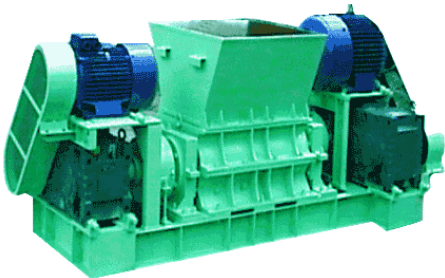


Imagen 18

Máquina desfibradora. Empresa Khun Heng. Fuente: Universidad de Colima

Máquina desfibradora (16 barras de agujas peinadoras por tambor)

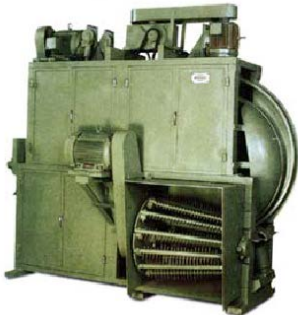


Imagen 19

Maquina Cribadora. Empresa de ingeniería Godwell. Fuente: Universidad de Colima.

Máquina cribadora (El cribador separa la fibra corta y el corazón)



PODER	1 H.P. - 1440 RPM
ALTURA	3060 mm
LONGITUD	3725 mm
ANCHURA	2000 mm
CAPACIDAD	2000 kgs/8 hrs.

Imagen 20

Máquina limpiadora. Empresa: ingeniería Godwell. Fuente: Universidad de Colima

Máquina limpiadora

El limpiador elimina la médula restante que se pega con la fibra. En el proceso, la fibra se ablanda y es el proceso final para limpiar la fibra.



Imagen 21

Máquina descortezadora con golpeador. Empresa: ingeniería Godwell. Fuente: Universidad de Colima.

Máquina limpiadora

(35 kg de capacidad; Mecánico) La fibra secada se hace en las balas, cada bala que pesa 30 - 35 kg.



Imagen 22

Máquina descortezadora con golpeador. Empresa: ingeniería Godwell. Fuente: Universidad de Colima.

Máquina descortezadora con golpeador



Las cáscaras que se han exprimido se limpian en esta máquina hasta cierto grado y se envían de modo automático al batidor. Aquí se limpia la fibra otra vez para obtener la fibra mezclada de mediana calidad.

El batidor está provisto con un motor de 25 HPy un decorticador con motor de 50 HP. Se proporciona un compartimiento de limpieza en el lado inferior para la fácil salida de la médula o corazón. Así se obtiene una fibra de la calidad y con bajo costo de energía.

4.7 TABLEROS AGLOMERADOS

Según el Ministerio de Economía y Comercio de Costa Rica (1988) los tableros están compuestos por partículas de madera pequeñas y discretas, unidas entre sí por un adhesivo con la presencia de temperatura y presión. Las partículas de madera pueden ser hojuelas, viruta, astillas y otras formas similares por la acción de cortar, moler, trillar, etc. Uniéndose por algún agente adhesivo externo a la madera de origen orgánico o inorgánico.

Se denomina tablero al producto de madera, presentado en diferentes formatos estandarizados (viruta, partícula, chapa, otros), agregando en forma optativa elementos químicos que mejoran sus propiedades (Carillo, quien cita a Lagos, 1993).

La Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel de Chile (2006), clasifica los tableros según el tamaño de las piezas de partículas o fibras de madera, de esta manera:



Imagen 23



Imagen 24

Imagen 23

Ejemplo de tableros de partículas chapados. Fuente: Revista de Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel, Chile.

Imagen 24

Ejemplo de tableros de partículas OSB. Fuente: Revista de Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel, Chile.

4.7.1 Tableros de partículas: aglomerados

Fabricados en base a virutas y partículas pequeñas como aserrín y otros; aglomerados mediante aglutinantes, y uno o más aditivos como el calor, presión, humedad, endurecedores, etc. Su uso principal es en mueblería. Los aglomerados se clasifican en:

- Aglomerados sin cubrir.
- Plastificados con melamina.
- Laminados o chapados en cara y contracara (ver imagen 23).
- De fibra orientada: tableros OSB.

4.7.1.1 Tableros OSB

Tableros de hojuelas orientadas, son elaborados a partir de virutas de madera, siendo unidas mediante una cola sintética; posteriormente prensadas sometiénolas a presiones y temperaturas determinadas. Se aplican en casas de rápida construcción, en estructuras, encofrados, cubiertas, base de techos, etc. Ver imagen 24.

4.7.1.2 Tableros contrachapados

Tableros conocidos como “plywood”, “terciados”, “triplay”. Requieren de maderas libres de defectos, para lo cual el pino con poda, de preferencia con poda temprana, es de alto valor. En aquellos países en los cuales estas maderas se encuentran disponibles la producción de tableros contrachapados tiene gran potencial de crecimiento. Ver imagen 25 en la siguiente página.



Imagen 25



Imagen 26

4.7.2 Tableros de fibra

Imagen 25

Ejemplo de tableros Contrachapados. Fuente: Revista de Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel, Chile.

Tableros hechos a base de fibra de madera, siendo compactados por rodillos o una prensa de platos, haciendo uso de aglutinantes para mejorar sus características como resistencia al fuego, ataque de insectos, pudrición, etc. También se pueden fabricar en base a una amplia gama de materias primas. Los tableros de fibra se pueden clasificar, según su forma de fabricación en proceso húmedo o proceso seco; así como presenta a continuación:

4.7.2.1 Tableros por proceso húmedo

Imagen 26

Ejemplo de tableros de fibras aislantes. Fuente: Revista de Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel, Chile.

Tableros en los que el contenido de humedad de las fibras en el momento de su formación es superior al 20 %.

Tableros de fibra dura:

Se denominan bajo las siglas "HB", (Hard Board). Empezaron utilizándose en la construcción, con aplicaciones estructurales de vigas, muros divisorios, como revestimientos de muros, plafones, en puertas, etc. Después la fibra dura se ha dirigido más a la carpintería y mobiliario. Tiene una densidad que oscila entre 800 y 1200 kg/m³.

Tableros de fibra semiduras

Se denominan con las siglas "MB" que significa Medium Board. Su densidad es igual o mayor a 400 kg/m³ e inferior a 900 kg/m³.

Tableros de fibras aislantes (Ver imagen 26)

Utilizan las siglas "SB" (Soft board); contiene propiedades de aislamiento térmico y acústico. Su densidad es igual o superior a 230 kg/m³ e inferior a 400 kg/m³.



Imagen 27

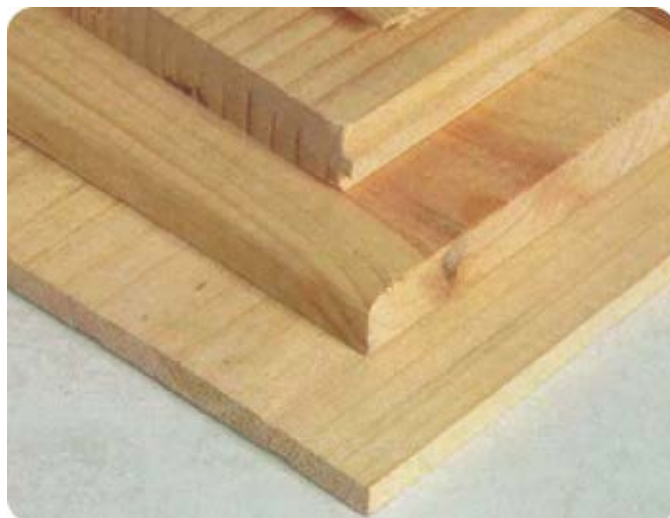


Imagen 28

4.7.2.2 Tableros por proceso seco

Imagen 27

Ejemplo de tableros MDF.
Fuente: Revista de Asociación
Técnica de la Celulosa y el
Papel, Chile.

Los tableros se fabrican con una mezcla de madera reducida a fibras de gran homogeneidad, añadiendo un aglomerante sintético y mediante la aplicación de calor y presión. La humedad que posee el tablero en el momento de la formación es inferior al 20 %. Con fines comerciales se pueden encontrar tableros con distintos rangos de densidad:

- MDF (tableros de fibra densidad media), con una densidad igual o superior a 800 kg/m^3 .
- MDF ligero, con una densidad igual o inferior a 650 kg/m^3 .
- MDF ultra ligero, con una densidad igual o inferior a 550 kg/m^3 .

Imagen 28

Ejemplo de tableros de
madera sólida. Fuente: Revista
de Asociación Técnica de la
Celulosa y el Papel, Chile.

Tableros de madera natural sólida

Presentados en forma de tablas, tablonés, vigas, cuarterones, etc. Se clasifican según el tipo de madera: Duras (haya, roble, cerezo, caoba, ébano, nogal, castaño, nogal) y blandas (pino, abeto, cedro). Ver imagen 28.

Imagen 29

Ejemplo de tablex. Fuente: Revista de Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel, Chile.



Tablex

Tablero constituido por fibras de madera natural húmedas (residuos de madera: procedentes del aserradero, recortes sobrantes y tablas en desuso) sometidas a gran presión y elevada temperatura. Para unir las fibras se utilizan resinas naturales contenidas en las mismas. Ver imagen 29.

4.8 AGLUTINANTES

Los aglutinantes son agentes orgánicos o inorgánicos, que funcionan como adhesivos para adherir las partículas de un tablero, o son las sustancias que se agregan en el proceso de elaboración de tableros para aumentar la aglutinación. Algunos ejemplos de aglutinantes que expone la Red Institucional de Tecnologías limpias, Colombia (2006) y Machuca (2007) son:

Formaldehidos adhesivos: son los adherentes más comunes para la elaboración de tableros de madera. Los tipos de formaciones formaldehídicas son:

- Fenol Formaldehido (PF).
- Resinol Formaldehido (RF).
- Fenol-Resinol Formaldehido (PRF).
- Adhesivos Urea Formaldehidos y Urea Formaldehidos mezclados.
- Adhesivos Formaldehidos de Melanina.

Las resinas sintéticas como el urea formaldehido (UF): son empleados en un 70 % de la producción al uso de productos de la industria de madera, por ser una resina o plástico termoestable, apropiada para la unión de los tableros de partículas o aglomerado (61 %), tablero de fibra de densidad media (27 %), madera contrachapada de madera dura (5 %) y adhesivo de laminación (7 %).

— **Adhesivos minerales:** como el cemento Portland, yeso y la magnesita; que son sustancias inorgánicas capaces de mantener unidos entre sí algunos materiales por contacto superficial.

— **Productos químicos como el cloruro de calcio:** lechada de cal, silicato de sodio, utilizados como adhesivos para producción de tableros de lana de madera con cemento Portland.

— **Adhesivos orgánicos:** son los generados a base de proteínas. Antiguamente eran productos de madera consolidada. Fueron hechos a base de pagamentos naturales de la proteína, pero solo era durable en bajos niveles de humedad. Por lo cual, se dejaron de aplicar a niveles de humedad alta. Algunos ejemplos son:

- Colas de proteínas
- Adhesivos de Tanino
- Adhesivos de lignina

— **Adhesivos epóxidos:** son ampliamente utilizados debido a su buena resistencia ambiental y la capacidad de enlazar a una variedad amplia de superficies. Se incluye la madera, metales, plásticos, cerámica, y concreto. Son de menor uso en la vinculación de madera por su alto costo, en comparación a la mayoría de los adhesivos de madera.

— En la fabricación de tableros además de hacer uso de los aglutinantes, también se emplean aditivos para prestarle propiedades especiales, como por ejemplo la cera, alumbre, asfalto, cera de parafina, contribuye a impermeabilizar mejor un tablero de fibras.

4.9 EL MAÍZ

Imagen 30

maíz transgénico. Fuente:
Revista el economista, México.



El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género *Zea* (Deras, 2012).

El maíz es el rubro de mayor importancia dentro de la canasta alimenticia básica de la población salvadoreña. El IICA retoma datos lanzados por el FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) en donde indica que el consumo per cápita por año es alrededor de 80.5 l kg en el área urbana y 127 kg en el área rural, siendo de los mayores consumos del área centroamericana, pues el 95 % de la producción lo utiliza para consumo humano.

Bajo condiciones climáticas adecuadas o mediante el aporte del riego, el maíz es el más productivo de los cereales. Su rentabilidad aumenta cuando se utilizan cultivares mejorados en condiciones favorables y manejo adecuado.

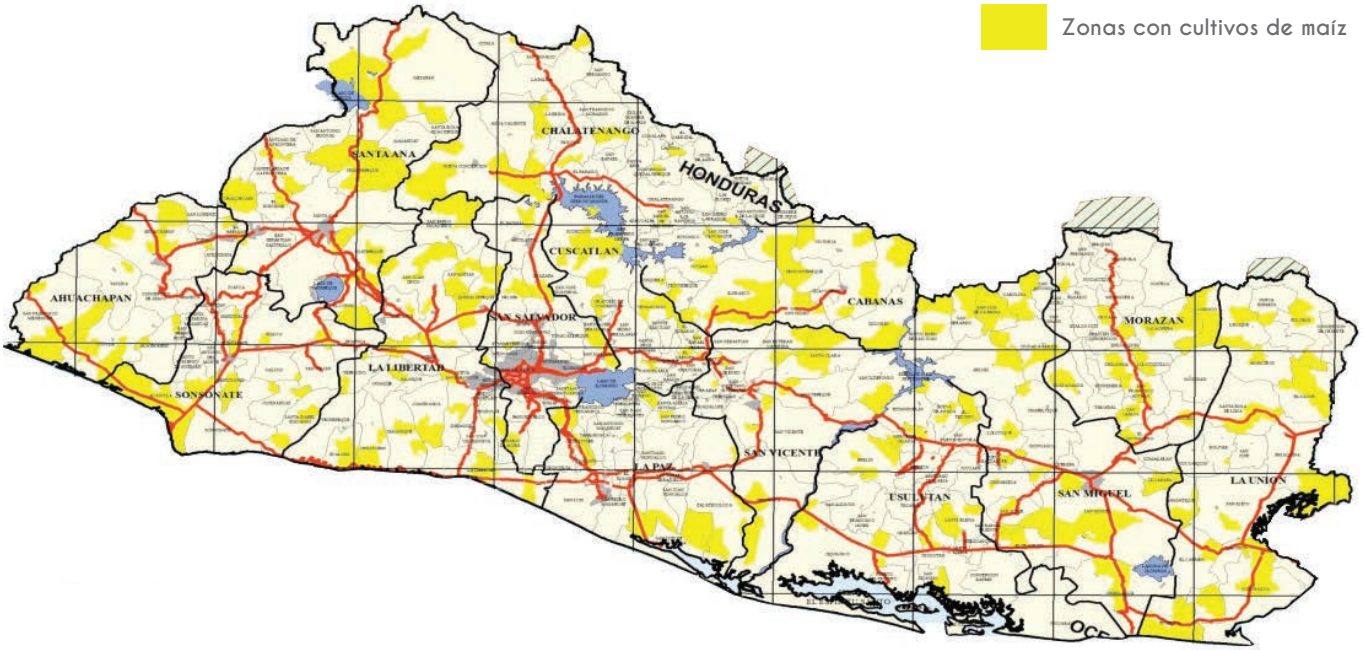


Imagen 31

Mapa de las zonas de cultivo de maíz. Fuente: MAG

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal han trabajado, desde la década de 1970, en el mejoramiento de poblaciones de maíz. La finalidad ha sido seleccionar genes modificadores del endospermo; para obtener un tipo de grano duro parecido a un maíz normal. Con trabajos más recientes, han logrado obtener materiales con alta calidad de proteína como el maíz Oro Blanco entre otros (Deras, 2012).

5.9.1 Importaciones de maíz a El Salvador

IMPORTACIONES DE GRANOS BÁSICOS ENERO – DICIEMBRE 2012
VOLUMENES EN Kg.

Tabla 7

Importaciones de Maíz a El Salvador - 2012. Fuente: Base del sistema de Información en Sanidad Agropecuaria (SISA) (MAG, 2013).

PRODUCTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
ARROZ	7,165,246	2,064,678	9,665,573	9,046,682	6,361,360	6,168,772
FRIJOL	2,488,743	2,573,183	3,735,360	3,909,685	1,018,828	2,103,271
MAÍZ	43,421,461	46,343,285	46,397,910	7,089,951	33,428,747	24,295,876
TOTAL	53,075,450	50,981,146	59,798,844	20,046,318	40,808,935	32,567,919

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
7,055,593	3,176,677	13,431,029	1,142,047	7,060,815	8,452,748	80,791,221
1,185,407	3,465,305	2,791,569	1,619,961	963,137	1,052,672	26,907,122
38,249,749	23,681,682	46,264,475	40,214,433	48,323,017	20,467,293	427,177,880
46,490,750	30,323,664	62,487,073	42,976,441	56,346,970	38,972,713	534,876,223

4.9.2 Cultivos de maíz en El Salvador

SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO POR VARIEDAD SEMBRADA, SEGÚN
REGIÓN, DEPARTAMENTO Y COSECHA.

REGIÓN DEPARTAMENTO Y COSECHA	TOTAL			VARIEDAD SEMBRADA					
	Superficie (Mz.)	Producción (QQ)	Rendimiento (QQ/Mz.)	Maíz Híbrido			Maíz Nacional		
				Superficie (Mz.)	Producción (QQ)	Rendimiento (QQ/Mz.)	Superficie (Mz.)	Producción (QQ)	Rendimiento (QQ/Mz.)
REGIÓN I	100,784	5,217,837	51.8	96,911	5,082,179	52.4	3,873	135,658	35
Ahuachapán	38,129	1,931,044	50.6	36,739	1,878,563	51.1	1,389	52,481	37.8
Santa Ana	32,401	1,615,411	49.9	30,155	1,540,799	51.1	2,246	74,612	33.2
Sonsonate	30,255	1,671,382	55.2	30,017	1,662,817	55.4	238	8,565	36
REGIÓN II	113,612	6,542,630	57.6	110,364	6,426,547	58.2	3,248	116,084	35.7
Chalatenango	34,735	1,912,997	55.1	32,641	1,841,326	56.4	2,094	71,671	34.2
La Libertad	31,319	1,888,453	60.3	30,296	1,846,805	61	1,023	41,648	40.7
San Salvador	25,944	1,526,069	58.8	25,913	1,525,290	58.9	31	779	25.2
Cuscatlán	21,615	1,215,111	56.2	21,514	1,213,126	56.4	101	1,986	19.7
REGIÓN III	65,106	3,436,853	52.8	63,025	3,373,037	53.5	2,082	63,816	30.7
La Paz	21,573	1,063,036	49.3	20,307	1,028,028	50.6	1,266	35,008	27.7
Cabañas	14,755	714,804	48.4	14,200	696,902	49.1	554	17,901	32.3
San Vicente	28,778	1,659,013	57.6	28,517	1,648,107	57.8	261	10,907	41.7
REGIÓN IV	126,586	5,171,145	40.9	93,494	4,085,259	43.7	33,092	1,085,885	32.8
Usulután	40,211	1,775,495	44.2	36,463	1,654,564	45.4	3,747	120,931	32.3
San Miguel	29,826	1,297,299	43.5	25,025	1,167,077	46.6	4,800	130,222	27.1
Morazán	21,201	780,273	36.8	15,246	562,593	36.9	5,955	217,680	36.6
La Unión	35,349	1,318,078	37.3	16,760	701,026	41.8	18,589	617,052	33.2
TOTAL PAÍS	406,089	20,368,465	50.2	363,794	18,967,023	52.1	42,295	1,401,443	33.1
1a. Siembra (Mayo-Junio)	336,868	17,591,302	52.2	301,782	16,380,928	54.3	35,085	1,210,361	34.5
2a. Siembra (Agosto-Sept.)	67,629	2,713,302	40.1	60,585	2,526,615	41.7	7,044	186,688	26.5
3a. Siembra (Nov.-Dic.)	1,592	63,875	40.1	1,426	59,480	41.7	166	4,395	26.5

Tabla 8

Importaciones de Maíz a El Salvador - 2012. Fuente: Base del sistema de Información en Sanidad Agropecuaria (SISA).

En cuanto al uso del maíz blanco, hay que mencionar que suele utilizarse para consumo humano y animal. El consumo humano no es directo de grano como tal, sino como maíz transformado en alimentos, donde utilizan harina de maíz o masa húmeda como materia prima. La elaboración de tortillas, tamales y otros alimentos derivados del maíz blanco descansa en la pequeña industria artesanal.

4.9.3 Almidón de maíz

El almidón es su nombre químico y se presenta como un polvo fino, sin olor, sin sabor, de color blanco. Reducido a pequeños gránulos esféricos u ovoides, en donde su tamaño y forma son característicos para cada variedad botánica. Está formado a partir de los gránulos que son separados del grano maduro del maíz (Quiroz, 2011).

Imagen 32

Fécula de maíz. Fuente: NCI Perú S.A.C.



El almidón puede encontrarse en el medio comercial bajo diferentes, incluyendo nombres de marcas, tales como: Amido; Amidon; Amilo; Amylum; Aytex® P; Flufftex® W; Melojel®; Paygel® 55; Pure-Dent®; Purity® 21.

Los almidones son polisacáridos granulosos que se encuentran en los tejidos de reserva de las plantas (semillas y tubérculos). Estos poseen ciertas características como el estar formados por una mezcla de amilosa

amilopectina. La amilopectina a 50 °C absorbe agua, hinchándose y formando un engrudo de almidón. Por lo tanto, es esta sustancia la que les provee a los almidones sus propiedades físicas.

Un almidón muy popular es el obtenido de granos maduros del maíz. También se puede obtener de la yuca (*Triticum aestivum*), o de tubérculos de la papa (*Solanum tuberosa*). Otras Farmacopeas como la Europea y la Británica, además de los almidones anteriores, indican almidones como el de arroz (*Oryza sativa*) y el almidón de tapioca el cual es obtenido de los rizomas de *Manihot*.

El almidón de maíz es popular por su gran afinidad por el agua y es muy utilizado como recurso farmacéutico, debido a que posee propiedades de relleno, cohesivo y desintegrante. Las pastas de almidón son muy útiles como aglutinantes pero no como desintegrantes, en las preparaciones de fórmulas de tabletas.

En este mismo campo laboral, se sabe que las pastas de almidón se preparan en diferentes concentraciones desde las más débiles hasta las más concentradas. Así logran usar soluciones de almidón en concentraciones del 5 % al 25 %, aunque generalmente es usado en solución de 5 - 10 % en agua.

Los almidones obtenidos de diferentes fuentes de plantas difieren en su fracción de amilosa/amilopectina. Por ejemplo el almidón de maíz contiene cerca de 27 % de amilosa, el almidón de papa cerca de 22 %, y el almidón de tapioca cerca de 17 %. En contraste, el almidón de maíz, contiene casi enteramente amilopectina sin amilosa. Estas diferencias modifican las propiedades físicas de los almidones tales que los varios tipos de almidones no pueden ser intercambiables en una situación farmacéutica dada (Quiroz, 2011).

4.9.4 Porcelana fría

La porcelana fría, en sus inicios se le conocía como Migajón. Era elaborada a base de pan de caja o migajas de este. Se hacía colocando dentro de un recipiente las rebanadas de pan y una cucharada de adhesivo vinílico por cada rebanada. La fórmula era creada con una cucharada de limón,

una cucharada de glicerina pura y una cucharada de crema suavizante para manos de preferencia con aceite de lanolina; posteriormente, se amasaba hasta obtener una pasta firme pero maleable.

Sin embargo, las fórmulas cambiaron con el tiempo. Por ejemplo, surgió la pasta de sal, que se hace con harina de trigo, sal (conservador) y agua. Adicionalmente, surgieron un sin fin de cambios para mejorarla hasta llegar a transformarla por completo. Hoy en día la pasta que conocemos está formada por adhesivo vinílico y fécula de maíz. Por consiguiente, se logró una pasta más fina con mayor consistencia, maleabilidad y blancura. Fue entonces cuando se le dio el nombre de pasta francesa, porcelana rusa, pasta flexible, etc.

Cada artesano desarrolló la fórmula con sus propios toques y fue dándole nombres diferentes. Hoy en día de manera general se conoce como porcelana fría, cold porcelain o biscuit. Existen innumerables fórmulas con las que se puede crear la porcelana fría. Cualquier tipo de pasta realizada con adhesivo vinílico, almidón (de maíz, papa, yuca, arroz, etc) y que combinándola con algún otro ingrediente de cómo resultado una pasta maleable y suave. Así mismo, debe ser de lento secado al aire libre o por deshidratación. Su consistencia debe de ser parecida al de la plastilina; por tanto, puede ser trabajada como esta misma o como arcilla, incluso con la ventaja de ser pintada si así se desea (Quiroz, 2011).

4.10 PROCESO DE FABRICACIÓN PARA TABLEROS AGLOMERADOS

Existen diferentes procesos de fabricación de tableros según su tipo. A continuación se muestra el proceso de elaboración de tableros aglomerados de madera u otros materiales lignocelulósicos por parte de la Red Institucional de Tecnologías Limpias, Colombia (2006):

Imagen 33

Descortezadora de tambor.
Fuente: Red Institucional de
Tecnologías Limpias.



- Descortezado

Los troncos de madera van directo a la descortezadora, para que se les retire la corteza. El proceso puede alterar el color y calidad del tablero.

Imagen 34

Máquina astilladora de madera. Fuente: Red Institucional de Tecnologías Limpias.



- Astillado o desmenuzamiento

Luego se llevan los troncos sin corteza, a la máquina astilladora, que posee enormes cuchillas cilíndricas. Aquí los troncos son convertidos en astillas de diversos tamaños.

Refinado de las partículas

Consiste en dar a las partículas el tamaño adecuado para hacer el tablero mediante un proceso de trituración.

Secados de las partículas

Las partículas de madera al salir de la máquina astilladora, poseen un alto nivel de humedad, por lo que deben secarse introduciéndolas en grandes cilindros y sometiéndolas a una corriente de aire caliente dentro del cilindro. Ilustración 30 Secador directo para astillas de madera, virutas y aserrín modelo DB-600.

Imagen 35

Máquina clasificadora de partículas. Fuente: Red Institucional de Tecnologías Limpias.



- Clasificación de las partículas

Después del secado las partículas se clasifican con el fin de separar del material fino del basto. Las partículas finas son utilizadas para las capas superficiales, que dan el acabado al tablero y el material más grueso se utiliza en las capas internas del tablero.

Mezcla de los adhesivos

Se pulveriza la viruta mezclándola con el aglutinante que garantizará que el tablero sea durable. Se mezcla todo hasta alcanzar un producto homogéneo. Las resinas más utilizadas son las de ureaformaldehído, mediante el procedimiento de mezclado por rociado de los adhesivos simultáneamente con la agitación de las partículas. En este proceso también se agregan los aditivos a los tableros de partículas, como sustancias hidrófugas, ignífugas e inmunizantes.

Moldeo

Se le da la forma al tablero mediante moldeadoras mecánicas, las cuales generan un aumento en el volumen y velocidad de producción. La mezcla se coloca en una cinta, distribuyendo una capa de astilla fina que formará una de las superficies, seguida de una gruesa para el alma y otra fina.

Imagen 36

Prensa hidráulica de cuatro pistones.
Red Institucional de
Tecnologías Limpias.



- Prensado

Se aplica al colchón de partículas de madera una gran presión para que todos los componentes del tablero se adhieran y obtengan la densidad deseada.

Las prensas utilizadas funcionan en caliente a temperaturas de 170 a 180 °C, permitiendo una densidad y espesor uniforme.

Imagen 37

Volteadores para enfriado
de tableros. Red Institucional
de Tecnologías Limpias.



- Enfriado

Los tableros de aglomerado se van colocando de uno en uno en un volteador donde se irán enfriando mientras giran.

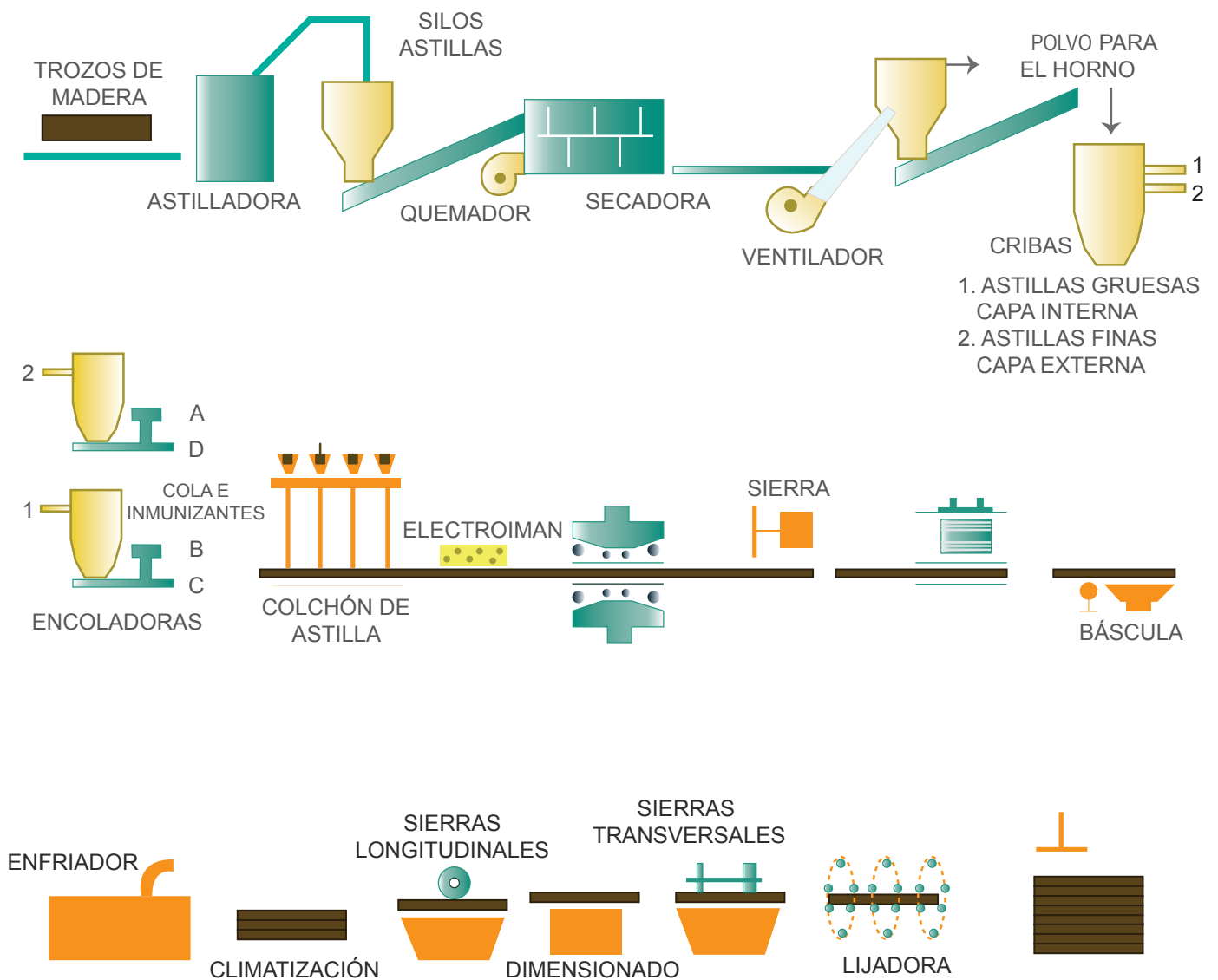
- Corte a medida

En esta etapa es donde se le da al tablero las medidas necesarias para que salga al mercado. Se calibra su espesor mediante el pulidor o con lijadoras industriales de rodillos de gran tamaño.

Diagrama 2

Proceso diagramado de fabricación de tableros de partículas

4.10.1 Proceso diagramado



4.11 NORMAS ASTM PARA TABLEROS

ASTM INTERNACIONAL

Anteriormente era conocida como la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), es un líder reconocido a nivel mundial en el desarrollo y la entrega de las normas internacionales de consenso voluntario. Actualmente, cerca de 12,000 normas ASTM se utilizan a nivel mundial, para mejorar la calidad del producto, facilitar el acceso a los mercados y comercios, aumentar la seguridad en producción y fomentar la confianza del consumidor.

- Más de 30,000 miembros de ASTM, contribuyen al desarrollo de estas normas, siendo expertos técnicos y profesionales de negocios, quienes representan a 150 países (ASTM International, 1996 – 2014).
- Para la investigación se recopiló normas sobre métodos de prueba estándar para la evaluación de propiedades de la madera-base de fibra y de partículas, presentadas por las normas publicadas bajo la designación D1037:
- Es responsabilidad del usuario establecer apropiadamente las prácticas de seguridad y salud para determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.
- Se consideran unidades de medición estándar a las pulgadas y libras. En otros casos puede ser aproximado 1 plg = 25.4 mm y 1 lbf = 4.45 N
- Control de Máquina, cualquier máquina de ensayo estándar capaz de la aplicación y la medición de la carga no debe exceder el $\pm 1,0$ % de error.
- Para la evaluación de un material del panel, las muestras para la prueba debe ser obtenido a partir de un número representativo de paneles.
- El número de muestras a ser elegido para la prueba y el método de selección dependerá de la finalidad del objeto de estudio, por lo que no hay una regla general para cubrir todos los casos.
- La humedad estándar indicada para cada procedimiento de prueba va a depender de la finalidad de las pruebas según objeto de estudio.
- La madera o materiales a base de madera deben poseer una humedad relativa de 65 ± 5 % y una temperatura de 68 ± 6 °F (20 °C ± 3).
- Los paneles terminados deben ser medidos por la anchura y longitud de cada extremo.
- Una muestra de panel debe poseer una superficie mínima de 9 plg.² (58 cm²).

El tablero debe de ser marcado indicando claramente si es de uso interior o cualquier otro dato que el fabricante desee incorporar; de modo que, el panel de construcción puede ser identificado correctamente. Debe cumplir con lo que se estipula en la Norma Oficial de Rótulos y Etiquetas de Productos no Alimenticios.

Se deben realizar pruebas de envejecimiento acelerado a los paneles (se utiliza para obtener una medida de la capacidad inherente de un material para resistir severa condiciones de exposición y mantener sus propiedades):

1. Inmersión en agua a 120 ± 3 °F (49 ± 2 °C) durante 1 h.
2. La exposición a vapor de agua a 200 ± 5 °F (93 ± 3 °C) durante 3 h.
3. La congelación a 10 ± 5 °F (-12 ± 3 °C) durante 20 h.
4. El calentamiento a 210 ± 3 °F (99 ± 2 °C) en el aire seco durante 3 h.
5. Calefacción en aire seco a 210 ± 3 °F (99 ± 2 °C) durante 18 h.

Realizar pruebas de resistencia: flexión estática, tensión paralela a la superficie, resistencia a la abrasión, tensión perpendicular a la superficie, absorción de agua, compresión paralela a la superficie, resistencia a movimientos laterales, resistencia de clavos, pruebas de dureza del panel.

Las pruebas de muestras se colocan en un bastidor en posición vertical para realizar las pruebas de envejecimiento acelerado.

Las pruebas de muestra de ensayo deben medir $3 \pm 1/32$ plg (76 ± 1 mm) de ancho si el espesor nominal es mayor que $1/4$ plg (6 mm), y la longitud de cada muestra deberá ser de 2 plg (51 mm) más 24 veces el espesor nominal.

Las normas que se retomaron y aplicaron para evaluar las muestras de aglomerados de fibra de estopa de coco, se escogieron las siguientes:

Sistema de unidades a utilizar: SI (Sistema Internacional de Unidades).

Las pruebas de muestra de ensayo tendrán las medidas de 76 mm de ancho, con un espesor de 10 mm y longitud de 291 mm.

Las dos medidas de diagonales de un tablero no deben variar en más de 3 mm.

Medir que el espesor del tablero sea uniforme. No se permite una variación mayor a los 1.5 mm en los cantos.

El número de muestras a realizar serán 6 pruebas, variando los porcentajes de fibra de estopa de coco triturada, fécula de maíz como aglutinante y el agua en temperatura fría y caliente.

CAPÍTULO 3

5. DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación está basada en un diseño experimental, que se entiende como estudio de intervención, en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes para analizar las consecuencias de dicha manipulación sobre una o más variables dependientes (Sampieri, 2010). Además, permitió la formulación de hipótesis para proporcionar explicaciones y apoyar la prueba de teorías. Siendo explicaciones tentativas de la relación entre dos o más variables como lo explica Sampieri.

La investigación tiene como finalidad crear aglomerados de fibra de estopa de coco en tableros, mediante un aglutinante natural (fécula de maíz); a través, de un método casero. Se documentó el proceso de manera que resultara práctico y se pueda replicar por artesanos. Por ello, se realizaron diferentes actividades alcanzando los objetivos deseados.

5.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La búsqueda bibliográfica permitió conocer y explorar todas las fuentes que fueron de utilidad como lo explica Sabino (1992). Por lo cual, se recopiló información de documentos y estudios de investigación, relacionados con el trabajo de la fibra de estopa de coco. Fue así como se obtuvieron antecedentes, usos, propiedades y características de la fibra. Además, se obtuvo información de primera mano sobre la situación actual de las plantaciones cocoteras y el comercio del coco a nivel nacional.

Para obtener la información se recurrió a boletines técnicos obtenidos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), libros de texto, tesis de investigación sobre la fibra de estopa de coco y sitios web. Los cuales proporcionaron la información necesaria para elaborar el proyecto presente.

5.2 PROCESO EXPERIMENTAL

En la etapa experimental para la elaboración de aglomerado con estopa de coco se clasificó en tres fases de experimentación:

- FASE 1, Experimento 1 - La fibra de estopa de coco es idónea para realizar tableros aglomerados.
- FASE 2, Experimento 2 - La fécula de maíz es un aglutinante apropiado para generar tableros aglomerados.
- FASE 3, Experimento 3 - Elaboración de un tablero aglomerado a partir de los resultados obtenidos en FASE 2.

5.2.1 Fase 1 – Experimento 1

La fibra de estopa de coco es idónea para realizar tableros aglomerados

Obtención de la materia prima

Las estopas de coco que se utilizaron en la etapa experimental se obtuvieron en diferentes puntos de venta de cocos, ubicadas en Santa Tecla y Merliot, en el departamento de La Libertad. Las estopas se recolectaron en diferentes viajes por las tardes, ya que, durante la mañana se acumulan varias estopas de coco desechadas de la venta. En los puntos de venta locales se pueden encontrar ambas especies de coco; tanto Enano Malasino, así como Alto del Pacífico. Del producto en venta y de desecho se seleccionaron cocos y estopas frescas, de preferencia en edad joven, es decir cocos tiernos. Los cocos partidos a la mitad facilitan el proceso de extracción de la cáscara y la fibra de la estopa; la cual debe ser cortada en rebanadas largas con un cuchillo de sierra.

Tratamiento de la materia prima

Los cocos enteros, sin abrir, de los que se extrajo la fibra de estopa, se guardaron en un lugar fresco con sombra durante dos semanas. No es recomendable guardarlos por meses, pues se llegan a secarse. Por otra parte, las estopas de coco partidas por la mitad y la fibra de estopa de coco cortada en trozos pequeños se almacenaron en un recipiente plástico. El recipiente fue sellado con una bolsa plástica y se puso lejos de la luz solar; todo esto, para mantener su humedad. El tiempo de conservación puede ser hasta de cuatro días, sin embargo entre más tiempo pase se corre el riesgo que la estopa cambie su color a café oscuro y se formen hongos en ella.

Preparación de la materia prima

- Selección de cocos tiernos.
- Partir los cocos por la mitad.
- Retirar la cáscara y copra del coco.
- Cortar en trozos pequeños toda la estopa, hasta poder retirar su hueso.
- Triturar la estopa en molino.
- Exprimir toda el agua de la estopa triturada.
- Dejar secar al sol la estopa triturada.
- Almacenar la estopa seca en recipientes herméticos.

5.2.2 Fase 2 – Experimento 2

La fécula de maíz es un aglutinante apropiado para generar tableros aglomerados.

Se realizaron diferentes pruebas variando los porcentajes de la estopa de coco, fécula de maíz y agua. Distinguiendo el mejor resultado, a través de:

- Elaborar las pruebas que sean necesarias.
- Analizar su comportamiento y acoplamiento.
- Observar el proceso de secado al sol.
- Selección de la prueba idónea.

5.2.3 Fase 3 – Experimento 3

Elaboración de un tablero aglomerado a partir de los resultados obtenidos en FASE 2

A partir de la prueba seleccionada, se elaboró un tablero de mayor proporción. Observando si mantiene su dureza. Pasos:

- Mezclar la estopa triturada, agua y fécula de maíz.
- Colocar mezcla sobre un molde.
- Secar el tablero al sol aproximadamente 1 semana.
- Retirar los moldes del tablero.
- Realizar algún tipo de acabado en bordes.

5.3 DELIMITACIÓN

La investigación realizada se llevó a cabo entre los meses de febrero a junio del año 2014. Dicho período se dividió entre cinco capítulos con tiempos previamente establecidos.

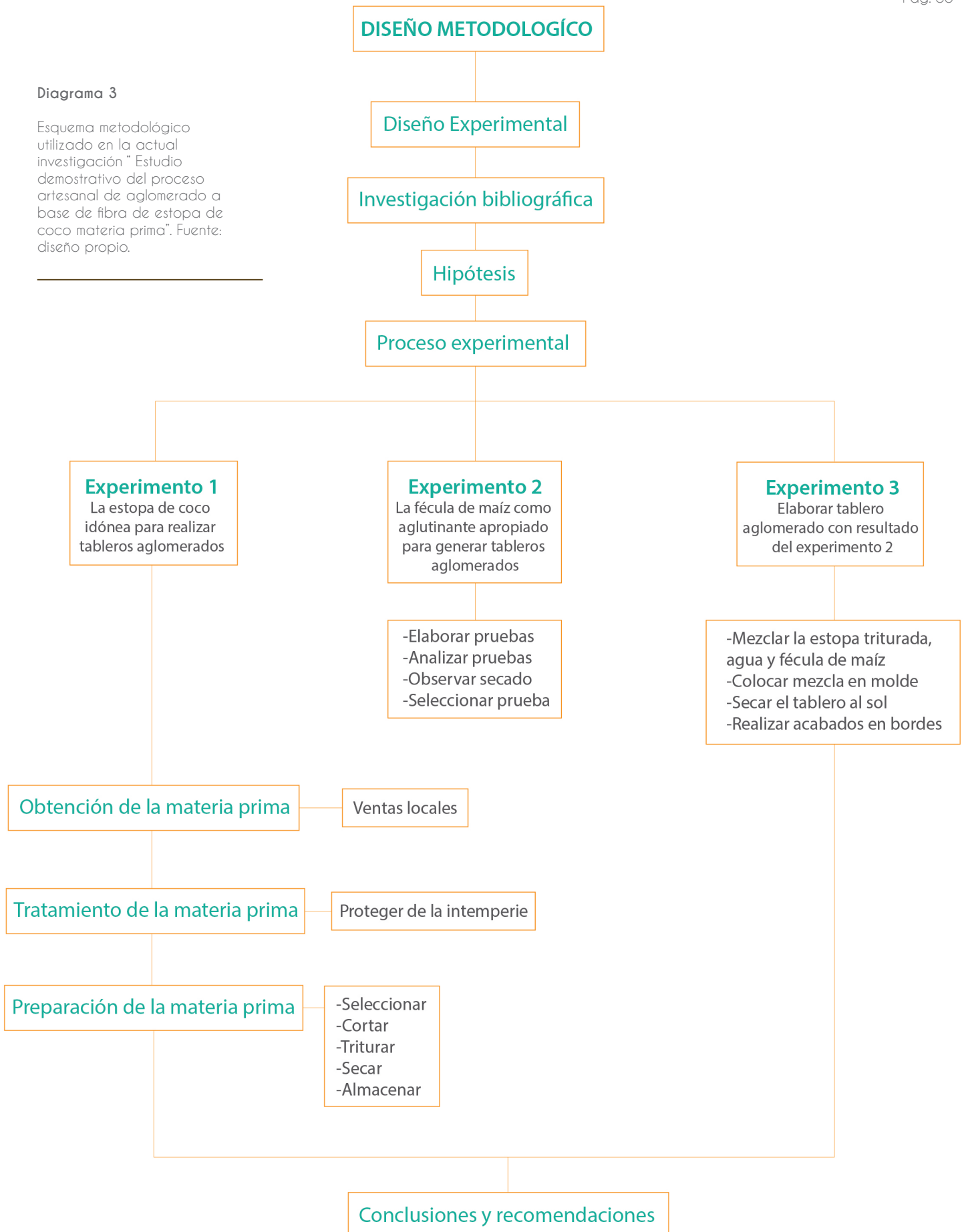
En el primer y segundo capítulo se trabajó desde febrero hasta marzo, consultando y revisando diferentes fuentes bibliográficas para obtener todos los antecedentes y las referencias necesarias para el proyecto. Luego, del mes de marzo hasta abril, se trabajó en el tercer capítulo con el diseño metodológico. Dentro de este se formularon las hipótesis y se adquirieron las herramientas que se utilizaron en las experimentaciones.

El cuarto capítulo se hizo de abril a mayo. Se adquirió y procesó la fibra de la estopa de coco. Se llevó a cabo la experimentación y se describió cada procedimiento y resultado obtenido. Por último, de mayo a junio se analizaron los resultados, se concluyeron las ideas y se formularon recomendaciones para que la investigación pueda ser continuada. Además en este capítulo se culminó el documento escrito en donde se registraron los procesos realizados.

A continuación se muestra el diagrama del diseño metodológico, que resume el procedimiento que se llevó a cabo desde el capítulo 1 al 5:

Diagrama 3

Esquema metodológico utilizado en la actual investigación " Estudio demostrativo del proceso artesanal de aglomerado a base de fibra de estopa de coco materia prima". Fuente: diseño propio.



6.4 LOCALIZACIÓN

- La investigación bibliográfica y la primera parte de la experimentación se realizó en Merliot, en el departamento de La Libertad.
- La segunda parte de la experimentación se realizó en los talleres de Metales y teñidos de la Escuela de Diseño “Rosemarie Vásquez Liévano de Ángel”, Facultad de Ciencias y Artes “Francisco Gavidia”, de la Universidad Dr. José Matías Delgado.

6.5 RRECURSOS HUMANOS

- **Investigadores:** Cecilia Carolina Acosta Rodríguez y Yanira Figueroa López.
- **Proveedores de materia prima:** Ventas locales de coco, ubicadas en Santa Tecla y Merliot, La Libertad.

6.6 EQUIPO E INSTRUMENTOS

Para las experimentaciones se trabajó solo con la fécula de maíz, marca Dany; todo esto, con la finalidad que los resultados entre pruebas no varíen por las posibles diferencias entre la fécula de otros proveedores. Asimismo, para los experimentos se utilizó fibra de estopa solo de los cocoteros Alto del Pacífico y Enano Malasino.

EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2 y 3
- Cocos	- Recipientes
- Contenedores	- Ollas
- Cuchillo de sierra	- Cucharas medidoras
- Bolsas plásticas	- Cucharas de madera
- Machete	- Colador
- Tabla de corte	- Cocina
- Cucharas	- Marcos de metal
- Guantes de jardín	- Estopa triturada
- Pichel	- Báscula
- Tijera de jardín	- Fécula de maíz
- Báscula	- Termómetro
- Molino de poléa	- Espátula de repello
	- Agua al tiempo
	- Agua helada
	- Taza medidora
	- Tablas de madera

Tabla 9
Equipo e instrumentos utilizados en la investigación “Estudio demostrativo del proceso artesanal de aglomerado a base de fibra de estopa de coco como materia prima”.

Tabla 10

Imágenes del equipo e instrumentos utilizados en esta investigación "Estudio demostrativo del proceso artesanal de aglomerado a base de fibra de estopa de coco como materia prima".

HERRAMIENTAS		
COCOS	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES
	<p>- 4 cocos Enano Malasino.</p> <p>- 4 cocos Alto del Pacífico.</p>	<p>Cocos tiernos (entre los 8 a 6 meses).</p> <p>Cocos de similar tamaño.</p>
CUCHILLO DE SIERRA 	1 por persona.	Cuchillos dentados facilitan retirar la casacara del coco.
MACHETE 	1 por persona.	Bien afilado.
CUCHARA 	1 por persona.	Material: Metal
PICHEL 	1	<p>Se puede usar de plástico o vidrio.</p> <p>Capacidad: 2.5 L</p>
BÁSCULA 	1	<p>Marca: OXO</p> <p>Capacidad máx.: 5 Lb</p>

Tabla 11

Continuación de las imágenes del equipo e instrumentos utilizados en esta investigación.






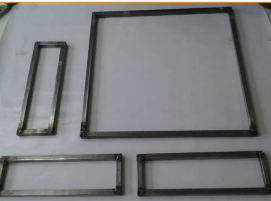



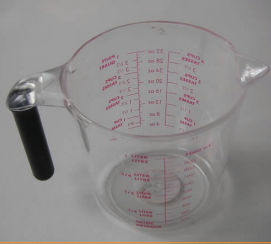


HERRAMIENTAS			HERRAMIENTAS		
HUACALES	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	CUCHARAS MEDIDORAS	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES
	5	Material: Plástico Medidas 40 cm x 40 cm x 16cm		1 set	Material: Plástico
BOLSAS PLÁSTICAS	5	Medidas 61 cm x 80 cm	CUCHARAS DE MADERA	2	Material: Madera
					
TABLAS DE CORTE	1 por persona.	Material: Plástico Medidas: 21 cm x 35 cm	MARCOS DE METAL	1 grande 6 pequeños	Medidas molde pequeño: 7 cm x 30 cm x 1.3 cm Medidas molde grande: 45 cm x 45 cm x 1.3 cm
					
GUANTES DE JARDÍN	1 par por persona.	Material: Tela	TERMÓMETRO	1	Marca: Propper Capacidad: 10 - 110 °C
					
TIJERA DE JARDÍN	1 por persona.	-	TAZA MEDIDORA	1	Material: Plástico Capacidad: 1 L
					
MOLINO DE POLEA	1	Motor eléctrico, gira en torno a las 1400 RPM.	OLLA	1 pequeña 1 mediana	Material: Peltre Medidas olla pequeña: 26 cm x 26 cm x 10 cm Medidas olla mediana: 25 cm x 25 cm x 30 cm
					

Tabla 12

Continuación de las imágenes del equipo e instrumentos utilizados en esta investigación.

HERRAMIENTAS			HERRAMIENTAS		
AGUA	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	TABLAS DE MADERA	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES
	7.9 L	3.8 L de agua al tiempo 2.1 L de agua caliente 2 L de agua fría		5	Medidas: 49 cm x 58 cm (1 tabla) 36 cm x 46 cm (4 tablas)
FÉCULA DE MAÍZ	1,164 g	Marca: Dany	MARTILLO DE COCINA	1	Material: Madera Utilizar la cara superior del martillo (plana).
					
ESTOPA TRITURADA	818 g	Pesar estopa triturada en seco.	CUCHILLA	1	Marca: Stanley
					
COCINA	1	Cocina de gas Marca: Hitachi	BANDEJA	2	Material: Peltre (se pueden utilizar plásticas). Medidas: 45 cm x 30 cm
					
COLADOR	1	Material: Plástico Utilizar cuando la mezcla este tibia.	CRONOMETRO	1	Temporizador de cocina
					
ESPÁTULA LLANA	1	Material: Metal Medidas: 9 cm x 30 cm	RECIPIENTES	4	Material: Metal (se pueden utilizar recipientes plásticos). Medidas: 20 cm x 20 cm x 10 cm
					

5. 7 HIPÓTESIS

5.7.1 Experimento 1

5.7.1.1 Hipótesis 1

H1: La fibra de estopa de coco Alto del Pacífico es idónea para generar los tableros aglomerados.

H1 nula: La fibra de estopa de coco Alto del Pacífico no es idónea para generar los tableros aglomerados.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS HIPÓTESIS 1

Son variables cuantitativas y cualitativas porque busca la idoneidad a través de propiedades que son susceptibles de medición y otras que no.

Indicador: Sí es idóneo, No es idóneo.

Técnica e instrumento para obtención de datos:

- Peso de la fibra de estopa húmeda y seca.
- Resistencia de la fibra de estopa en intemperie a los hongos (tiempo).
- Facilidad con que se tritura la estopa (tiempo).

Unidad de análisis 1: La fibra de estopa de coco Alto del Pacífico.

Variable dependiente: Tableros aglomerados.

Variable independiente: La fibra de estopa de coco Alto del Pacífico.

5.7.1.2 Hipótesis 2

H2: La fibra de estopa de coco Enano Malasino es idónea para generar los tableros aglomerados.

H2 nula: La fibra de estopa de coco Enano Malasino no es idónea para generar los tableros aglomerados.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS HIPÓTESIS 2

Son variables cuantitativas y cualitativas porque busca la idoneidad a través de propiedades que son susceptibles de medición y otras no.

Indicador: Sí es idóneo, No es idóneo.

Técnica e instrumento para obtención de datos:

- Peso de la fibra de estopa húmeda y seca.
- Resistencia de la fibra de estopa en intemperie a los hongos (tiempo).
- Facilidad con que se tritura la fibra de estopa (tiempo).

Unidad de análisis 1: La fibra de estopa de coco Enano Malasino.

Variable dependiente: Tableros aglomerados.

Variable independiente: La fibra de estopa de coco Enano Malasino.

5.7.1.3 Hipótesis 3

H3: La fibra de estopa de coco del Alto del Pacífico y Enano Malasino son idóneas para generar los tableros aglomerados.

H3 nula: La fibra de estopa de coco del Alto del Pacífico y Enano Malasino no son idóneos para generar los tableros aglomerados.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS HIPÓTESIS 3

Son variables cuantitativas y cualitativas porque busca la idoneidad a través de propiedades que son susceptibles de medición y otras no.

Indicador: Sí son idóneos o no son idóneos.

Técnica e instrumento para obtención de datos:

- Peso de la fibra de estopa húmeda y seca.
- Resistencia de la fibra estopa en intemperie a los hongos (tiempo).
- Facilidad con que se tritura la fibra de estopa (tiempo).

Unidad de análisis 1:

La estopa de coco Alto del Pacífico y coco Enano Malasino.

Variable dependiente: Tableros aglomerados.

Variable independiente:

La fibra de estopa de coco Alto del Pacífico y coco Enano Malasino.

5.7.2 Experimento 2

5.7.2.1 Hipótesis 1

H1: La fécula de maíz es el aglutinante apropiado en cuanto a sus propiedades físicas y químicas para generar tableros aglomerados.

H1 nula: La fécula de maíz no es el aglutinante apropiado en cuanto a sus propiedades físicas y químicas para generar tableros aglomerados.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS HIPÓTESIS 1

Son variables cualitativas y cuantitativas porque busca la idoneidad en la fusión entre el aglutinante y la fibra de la estopa.

Indicador: Sí es el apropiado, No es el apropiado.

Técnica e instrumento para obtención de datos:

- Observar la compatibilidad de la fécula con la fibra de la estopa.
- Medición del tiempo de secado.
- Verificar que el aglutinado tenga dureza y consistencia.

Unidad de análisis 1: La fécula de maíz.

Variable dependiente: Tableros aglomerados.

Variable independiente: La fécula de maíz.

5.7.3 Experimento 3

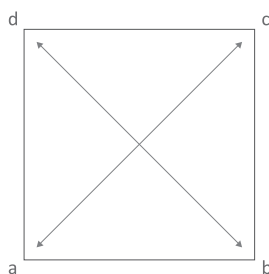
5.7.3.1 Hipótesis 1

H1: Los tableros aglomerados de fibra de estopa de coco pueden elaborarse a base de fécula de maíz.

H1 nula: Los tableros aglomerados de fibra de estopa de coco no pueden elaborarse a base de fécula de maíz.

Imagen 38

Ejemplo gráfico de cómo medir las diagonales en el tablero de fibra de estopa de coco aglomerada (de a hasta c y de b hasta d).



OPERACIONALIZACIÓN DE LAS HIPÓTESIS 1

Son variables cuantitativas ya que se buscara medir y cumplir con los estándares establecidos por normas internacionales para tableros aglomerados.

Indicador: Sí es posible, No es posible.

Técnica e instrumento para obtención de datos:

- Verificar que las muestras posean las siguientes dimensiones: ancho de 7.6 cm, longitud de 29.1 cm y espesor de 1.0 cm
- Verificar que las medidas de las dos diagonales de cada muestra, no varíen más de 0.3 cm.

- Medir que el grosor de la muestra sea uniforme. No se permiten variaciones mayores a 0.15 cm en sus cantos.

Unidad de análisis 1: La fibra de estopa de coco y fécula de maíz.

Variable dependiente: Tableros aglomerados.

Variable independiente: La fibra de estopa de coco y fécula de maíz.

CAPÍTULO 4

6. DESARROLLO DE FASES EXPERIMENTALES

Este capítulo es de desarrollo experimental y está compuesto por tres fases. La primera fase permitió conocer las diferencias y similitudes entre el coco Enano Malasino y el Alto del Pacífico. La segunda fase consistió en observar y comprobar que la fécula de maíz es el aglutinante idóneo; para ello se realizaron varias pruebas con diferentes porcentajes de agua, fibra de estopa y fécula de maíz. Por último, en la fase tres se elaboró una prueba de mayor tamaño, retomando y partiendo de la prueba 5 del experimento dos y bajo las normas ASTM.

6.1 FASE 1 – EXPERIMENTO 1

En el primer experimento se realizó una comparación entre las estopas de coco Alto del Pacífico y Enano Malasino, para reconocer sus cualidades similares, o bien, sus diferencias. La finalidad de este experimento fue adquirir conocimiento previo sobre la fibra; de manera que, facilitara su proceso posterior al aglutinarla con fécula de maíz.

Para comparar la fibra de estopa nos basamos en los siguientes aspectos: la facilidad de extracción en cuanto a tiempo y a la cantidad de materia obtenida por cuatro unidades de cada especie de coco. Además de esto, se observó la resistencia de la fibra de estopa de coco, para procurar que el tablero que se aglomerará tenga la mejor calidad. Al considerar el tiempo de extracción, la cantidad de fibra obtenida y su resistencia a la intemperie; se busca que los resultados obtenidos sean los mejores y que sean factibles. De manera que, en un futuro se tenga una producción por mayor. Asimismo, que sea sustentable y viable económicamente.

En fin, si se piensa en retomar otras características para comparar las especies de coco resulta poco práctico; ya que, aparentemente las fibras son similares y reaccionan igual ante la absorción del agua, ante la resistencia al corte, a la resistencia ante envejecimiento y a la pérdida de humedad de la estopa. Entre otros aspectos considerados con anterioridad como la presencia de coco en el país, según la especie; ambas suelen ser comercializadas con bastante demanda. Siempre y cuando, sea la temporada alta para cosechar.

HIPÓTESIS:

H1: La estopa de coco Alto del Pacífico es idónea para generar los tableros aglomerados.

H1 nula: La estopa de coco Alto del Pacífico no es idónea para generar los tableros aglomerados.

H2: La estopa de coco Enano Malasino es idónea para generar los tableros aglomerados.

H2 nula: La estopa de coco Enano Malasino no es idónea para generar los tableros aglomerados.

H3: La estopa de coco Alto del Pacífico y Enano Malasino son idóneos para generar los tableros aglomerados.

H3 nula: La estopa de coco Alto del Pacífico y Enano Malasino no son idóneos para generar los tableros aglomerados.

6.1.1 Preparación

En cuanto a la preparación para llevar a cabo el experimento uno se realizó una ficha técnica en la cual se detallan las herramientas, cantidad de coco utilizado, resultado de tiempo y cantidad de materia obtenida.

Las herramientas utilizadas para llevar a cabo el experimento fueron: cuchillo, cucharas, báscula en gramos, 4 cocos Enano Malasinos, 4 cocos Alto del Pacífico, molino de polea, tijera de jardín, guantes de jardín, tabla de madera, tabla de corte, bolsas plásticas o contenedores, colador, machete, y pichel.

La selección de cocos se realizó detenidamente para asegurarse que fueran cocos de las especies indicadas y no cocos híbridos. Además, se trató en la medida posible que los cocos fueran similares entre sí (en un volumen aparente y en edad). La comparación entre los cocos Alto del Pacífico y Enano Malasino se hizo cuando aún estaban enteros. No se adquirieron estopas desechadas; pues, estas siempre están cortadas de los extremos por el vendedor y no se obtendría un dato real del peso ni de la cantidad de materia que cada coco tiene.

Tabla 13

Ficha de observación para el experimento I de la actual investigación "Estudio demostrativo del proceso artesanal de aglomerado a base de fibra de estopa de coco como materia prima" (pág. 76).

6.1.2 Ficha técnica de obtención de datos

A continuación se muestra la ficha con todos los datos recopilados en el experimento I. En la ficha se encuentran los tiempos de procesamiento de la fibra, los pesos de la fibra en seco, una tabla con las medidas y pesos de los cocos utilizados para compararlos entre sí mismos. Por otra parte, se incluyen otros datos adicionales como la edad aproximada de los cocos, etc.

TEMA	Estudio demostrativo del proceso artesanal de aglomerado a base de estopa de coco como materia prima	1
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

Lugar Bosques de Santa Teresa, Merliot.Fecha martes 08 -04- 2014

experimento

INCÓGNITA	OBJETIVO
¿Cuál de las estopas de coco, Alto del Pacífico o Enano Malasino, es la idónea para elaborar tableros aglomerados?	Identificar las semejanzas y diferencias entre las estopas de las dos especies de coco en estudio

MATERIALES			OTROS DATOS		
Cuchillo	Bolsas plásticas	Contenedores		Alto del Pacífico	Enano Malasino
Machete	Tabla de corte	Colador	Edad	8 a 9 meses	9 a 10 meses
Cuchara	Molino de polea		Residuos despuntado	1024 g	832 g
Pichel	Guantes de jardín		Tamaño de cada trozo	1 cm aprox.	1 cm aprox.
Báscula	Tijera de jardín				
Cocos	Tablas de madera				

CANTIDADES DE COCO			PROCESO DE FIBRA DE 4 COCOS		
Coco	Alto del Pacífico	Enano Malasino	Coco	Alto del Pacífico	Enano Malasino
Cantidad	4 u	4 u	T. Despuntado	12 min	12 min
Peso húm. troceada	7,035 g	3,056 g	T. extracción	72 min	52 min
Peso húm. triturado	2,329 g	1,634 g	T. troceado	1.2 h	1 h
Peso seca triturada	592 g	275 g	T. triturado	30 min	30 min
			T. lavado	16 min	8 min
			T. secado	24 h	24 h

Medidas de los cocos

Alto del Pacífico	Contorno de ancho	Contorno de alto	Peso coco entero
Coco # 1	49 cm	58 cm	2,041 g
Coco # 2	48 cm	59 cm	1,905 g
Coco # 3	51 cm	59 cm	2,060 g
Coco # 4	48 cm	60 cm	1,950 g

Enano Malasino	Contorno de ancho	Contorno de alto	Peso coco entero
Coco # 1	61 cm	21 cm	1,903 g
Coco # 2	51 cm	18 cm	1,739 g
Coco # 3	59 cm	21 cm	2,300 g
Coco # 4	53 cm	20.5 cm	1,563 g

Imagen 39

Registro fotográfico del proceso del experimento 1: "La fibra de estopa de coco es idónea para realizar tableros aglomerados" (Página 78).

6.1.3 Proceso

1. Seleccionar los cocos (similares en tamaño) de preferencia del mismo racimo de cocos.
2. Medir con cinta métrica el alto y el ancho de cada coco.
3. Pesar en báscula los cuatro cocos por separado.
4. Despuntar los cuatro cocos. Apartando en recipientes diferentes cada coco con sus respectivas puntas.
5. Extraer el agua y la copra de los coco.
6. Quitar la cáscara a los coco.
7. Cortar la estopa de coco en rebanadas largas con un chuchillo de sierra, hasta llegar a la corteza del hueso del coco para extraerlo.
8. Cortar cada rebanada de estopa de coco en trozos pequeños (1 cm x 1 cm aprox.) con una tijera de jardín.
9. Almacenar los trozos de estopa de coco en un contenedor.
10. Pesar los trozos de estopa húmeda de los cuatro cocos.
11. Llevar los trozos de estopa húmeda a un molino para el proceso de triturado.
12. Exprimir con las manos el excedente de agua de la fibra de coco triturada.
13. Pesar nuevamente la fibra de coco triturada y exprimida.
14. Dejar secar la fibra en bandejas expuestas al sol durante todo un día con abundante sol o más.
15. Pesar la fibra de estopa de coco seca.
16. Almacenar la fibra triturada en un contenedor con tapadera.



1. Seleccionar cocos Enano Malasino en tamaños similares.



2. Seleccionar cocos Alto del Pacífico en tamaños similares.



6. Extraer el agua y copra.



11. Triturar la estopa húmeda.



7. Retirar la cáscara en dirección vertical.



12. Exprimir el excedente de agua de la fibra.



3. Medir alto y ancho.



8. Cortar la estopa en rebanadas largas.



13. Pesar en húmedo la estopa triturada.



4. Pesar cada uno de los cuatro cocos.



9. Cortar las rebanadas en trozos pequeños.



14. Secar al sol la estopa triturada.



5. Despuntar los cocos.



10. Almacenar los trozos de estopa en recipientes.



15. Pesar en seco la estopa triturada.

6.1.4 Resultados

La cantidad de fibra de cuatro cocos Alto del Pacífico fue de 592 g y 275 g con cuatro cocos Enano Malasinos. Es evidente que la cantidad de fibra aportada por el coco enano no llega ni a la mitad de la cantidad aportada por el Alto del Pacífico.

En cuanto a las características de la fibra de ambas especies de coco, no se notó mayor diferencia. A pesar que los cocos del Alto del Pacífico son los que proporcionaron mayor cantidad de estopa, se toma como que no hay diferencia en el aporte. La idea principal es utilizar estopas desechadas para reciclarlas, sin embargo al trabajarlas en este estado, las estopas han sido reducidas a un tamaño estándar. Hay que recordar que los comerciantes suelen despuntar los cocos para extraer su copra y su agua.

Además los cocos al ser despuntados se vuelven estables sobre la mesa o la superficie sobre la cual se procesa a quitar la cáscara y la fibra de la estopa. Un coco despuntado reduce los riesgos de herirse las manos con el cuchillo y evita la pérdida de tiempo. Una solución ante la pérdida de fibra, en las puntas cortadas, es reciclando las mismas e incluyéndole en el troceado. La cantidad promedio del desperdicio de puntas en cuatro cocos Altos del Pacífico son 1024 g y en el Enano Malasino son 832 g.

Para el experimento se utilizaron cocos con edades aproximadas entre los 8- 9 meses en los Altos del Pacífico y entre los 9 -10 meses en los Enanos Malasinos. En ambas especies, se observó que la edad del coco influye en el aspecto físico de la fibra de su estopa, tanto en la especie Alto del Pacífico, como en la del Enano Malasino. Entre más tierno esté el coco, su fibra poseerá mayor cantidad de agua; por el contrario, entre más maduro esté el coco, su fibra será más seca. La humedad o resequead de la fibra de la estopa influye en el nivel de dificultad para procesarla, de ahí que, a mayor humedad, menor dificultad y a menor humedad mayor dificultad; porque presentará más resistencia a la fuerza ejercida con el cuchillo.

Por su parte, la fibra de coco madura y troceada (1 cm aprox.) no será capaz de recobrar la textura lisa ni la humedad de la fibra de coco tierno. Aún cuando se deposite la fibra madura en grandes cantidades de agua, esta solo absorberá el agua sin suavizarse. Como un punto desfavorable se observó que al cortar y manipular la fibra de coco maduro, se pierde gran cantidad de partículas; dado que al cortarla, tiene un aspecto poroso, fibroso y hasta cierto punto se vuelve volátil. En cambio la fibra del coco tierno es compacta y lisa, sin inconvenientes de disgregación de la fibra.

Al mismo tiempo, la humedad es determinada por la edad del coco y afectará directamente en el peso total del mismo. El peso entre cocos va a variar constantemente, pues al compararlos en tamaño, peso y humedad de fibra, difícilmente coincidirán. Lo más recomendable es hacer comparaciones entre cocos que pertenezcan a un mismo racimo; de manera que, se tiene la certeza que son de la misma cosecha. Los cocos que pertenecen a un mismo racimo tendrán una humedad similar y forma similar.

Por otra parte, con respecto al proceso que se lleva a cabo para extraer la fibra y la cáscara resultó sencillo al adquirir la práctica y reconocer mejor la fibra. El corte tanto de cáscara como de la fibra debe hacerse en sentido vertical. Es decir, que debe de ir en sentido del orden de las fibras largas que componen la estopa; de esta manera, las fibras no presentarán resistencia al momento de ser cortadas. El tiempo de extracción de la fibra para cuatro cocos, con punta, de la especie Altos del Pacífico fue de 72 min; mientras que la fibra de los Enanos Malasinos se extrajo en 52 min.

Para trocear la fibra es recomendable hacer los cálculos del tiempo que debe invertirse. Para cuatro cocos con puntas, de especie Alto del Pacífico se necesita 1 hora y 20 min; en cambio, con los Enanos Malasinos se requiere 1 hora.

Ahora bien, es oportuno destacar las cualidades que se encontraron en común. Por ejemplo, en ambas especies se notó que la estopa resulta ser más fibrosa en la parte media; en cambio en las puntas se vuelve blanda y esponjosa. Asimismo, se pudo constatar que dicha fibra al ser cortada inmediatamente va cambiado su color de un beige claro a un café rojizo. Probablemente como una reacción de oxidación al aire.

Otra cualidad en común es el olor de la fibra de la estopa. El olor al estar recién cortada es agradable, parecida al olor de un mango verde. Se volvió un olor llamativo para algunos animales como insectos, caninos y aves; por lo cual, no es recomendable dejarla destapada y expuesta a insectos ni otro tipo de animal que pueda ensuciarla o dispersarla.

Por la humedad de la misma fibra el olor llega a cambiar si se deja almacenada, troceada o no. Alrededor de tres días adquiere un olor fermentado sin llegar a ser desagradable y un color café rojizo oscuro. Si existe un cambio en el olor de una fibra troceada a una fibra cortada en láminas, pues la troceada pierde más humedad y tanto el olor como el color es menor.

Además, la fibra troceada se conserva en mejor estado si se deja totalmente sellada, sobre todo cuando no se trituraré el mismo día que se cortó. La fibra troceada y guardada deberá durar más de cinco días sin secarse ni arruinarse. No es recomendable dejarla con agua para guardar la humedad ni expuesta al aire, porque pueden entrar insectos y mosquitos al agua; y adquirir hongos que luego infectarán la estopa. Para triturar la fibra de cuatro cocos indiferentemente la especie, se necesitaron 30 min durante los cuales la fibra se desmenuzó y redujo de tamaño.

Algo que fue extremadamente notorio fue la pérdida de peso de la fibra de estopa de coco en sus diferentes etapas durante el proceso por la pérdida de agua. Se retoman tres momentos en cada tipo de coco: la troceada- húmeda, la triturada húmeda y la triturada seca. Si se comparan por tipo de coco, se tiene que disminuyen su peso de la siguiente manera:

Tabla 14

Porcentajes de reducción del peso de la fibra de estopa de coco alto del Pacífico y enano Malasino en cada uno de sus procesos.

ALTO DEL PACÍFICO	ENANO MALASIN O
- Fibra troceada - húmeda: 88%	- Fibra troceada - húmeda: 41%
- Fibra triturada - húmeda: 29%	- Fibra triturada - húmeda: 22%
- Fibra triturada - seca: 07%	- Fibra triturada - seca: 04%

Al triturar la fibra de la estopa de coco, en molino, se observaron tres variaciones en tamaño: polvo, sustrato (similar al tamaño de un grano de linaza) y fibra aproximadamente de 1 cm. La fibra recién triturada se conserva húmeda, en consistencia pastosa y suave; en cambio, al exprimirla y dejar secar por completo se vuelve áspera, con partículas volátiles y grumosa.

Aún más, en este proceso molienda, la fibra cambia su color, de forma drástica, a un color más oscuro en tono grisáceo. Debido a esto la fibra debe lavarse con abundante agua, para eliminar el exceso de pigmentos de color; sobre todo, para que no adhieran y manchen la fibra permanentemente. Se cree que la pigmentación se da como consecuencia de la extracción del colorante natural que la estopa posee y su fricción con el metal del molino, reaccionando probablemente con el aire.

Por último, se realizaron pruebas de resistencia de las estopas expuestas a la intemperie. En este proceso se observó que ambas pierden la humedad con facilidad al ser cortada por la mitad y dejarla expuesta al aire y sobre todo al sol. Los bordes son los que aparentemente pierden en pocas horas su humedad; pero, el interior se conserva húmedo por algunos escasos 4 o 5 días. Hay que tomar en cuenta que entre más maduro esté el coco, este se secará con mayor prontitud y se volverá inservible para incluirlo en el proceso de desfibramiento con el cuchillo.

Cuando las estopas de coco con hueso, indiferentemente de la especie, son expuestas a la intemperie se llenará de hongos, solo si en el hueso existen residuos de copra. La copra comienza a acumular los hongos y a partir de ahí se expande hacia toda la superficie de la fibra de estopa del coco. En cambio, si el hueso se deja completamente limpio no se llenará de hongos a pesar de la humedad. Excepto que las estopas limpias queden yuxtapuestas a estopas con residuos de copra y que hayan adquirido hongos. Esos hongos son los que se transfieren a las estopas de coco limpias.

Veremos un ejemplo de lo anterior en las siguientes imágenes que muestran estopas de coco Alto del Pacífico y Enano Malasino. Para esta prueba se limpió una copra de cada especie; osea, se retiraron los residuos de copra de la estopa de cada especie y las partes complementarias no se limpiaron. Las cuatro estopas fueron expuestas a la intemperie en un jardín durante 1 semana.

Fue evidente como la estopas perdieron la humedad, además no se llenaron de hongos; sino, hasta que llovió a finales de la misma semana. El hongo se formó en las estopas con residuos y posteriormente infectó las estopas que estaban limpias. Es decir, que la humedad del jardín provocada por la lluvia y la poca presencia de sol crean un ambiente propicio para que las estopas con residuos de copra se llenen de hongo.


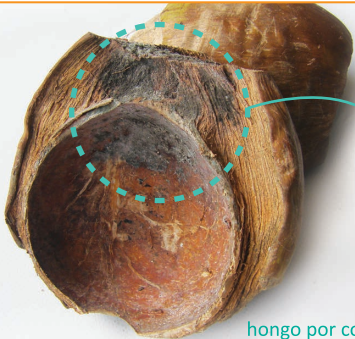


	Con residuos	Sin residuos
Coco Enano Malasino		 hongo por contacto con el coco con residuos de copra
Coco Alto del Pacífico		 hongo por contacto con el coco con residuos de copra

Tabla 15

Tabla comparativa entre coco Enano Malasino y Alto del Pacífico. Propensión a la adquisición de hongos.

6.1.5 Validación

A través de las observaciones realizadas se tiene que la hipótesis tres es la válida: “Tanto la estopa de los cocos Alto del Pacífico, como del Enano Malasino son idóneos para generar los tableros aglomerados”

La idoneidad de la fibra se acepta como certera, porque los tiempos de extracción de fibra, la cantidad de fibra que cada coco aporta y la resistencia que ella tiene a la intemperie son accesibles e ideales para repetir los procesos numerosas veces en un mismo día para obtener gran cantidad de materia prima para generar los tableros a corto o largo plazo. Se pudo comprobar que el tiempo de extracción y la cantidad de fibra es similar al trabajar con estopas de coco recicladas. Las estopas recicladas son las que tienen mayor importancia pues uno de los objetivos del proyecto es crear una materia prima con procesos eco amigables y que se aproveche el material desperdiciado por otros.

Por otra parte, hay que considerar que los tiempos de extracción de la fibra pueden y deben de llegar a ser mejorados con la asimilación personal del proceso y su práctica constante. La agilidad y la habilidad para procesar la fibra en esta etapa del trabajo son importantes, pues será una pauta para que se disponga en cualquier momento de la fibra a utilizar.

6.2 FASE 2 – EXPERIMENTO 2

Para el segundo experimento se realizaron pruebas de aglutinado tanto con la fibra de los cocos Alto del Pacífico, como con la fibra de los cocos Enanos Malasinos. La idea principal fue comparar la integración de las fibras a la fécula en la mezcla del aglutinado. Además se analizó el comportamiento de la fécula en el proceso de secado en cada pieza de prueba.

En cuanto a la integración de la fibra con la fécula lo que se observó concretamente fue la estabilidad que la mezcla cuando se secaba; por ejemplo, si esta se enconchaba, se deformaba, si al secarse se volvía porosa y se podía desmoronar fácilmente. En el mismo sentido, se observó y procuró que hubiera buena integración desde la mezcla creada en solución acuosa; es decir, que la fécula no se agrupara en grumos impidiendo que la fibra se distribuyera en forma uniforme. Sobre todo, se observó que la fécula no fuera demasiado líquida como para acumularse solo a un lado; ni que fuera muy dura para que al mezclarla con la fibra no le permitiera distribuirse con facilidad.

HIPÓTESIS

H1: La fécula de maíz es el aglutinante apropiado en cuanto a sus propiedades físicas y químicas para generar tableros aglomerados.

H1 nula: La fécula de maíz no es el aglutinante apropiado en cuanto a sus propiedades físicas y químicas para generar tableros aglomerados.

6.2.1 Preparación

En cuanto a la preparación para llevar a cabo el experimento dos se elaboró previamente una ficha técnica en la cual se detallan las herramientas, porcentajes de la cantidad de insumos que constituyeron la mezcla de cada prueba, el tipo de coco; así como los tiempos de preparación y secado por cada una de las pruebas.

Con el mismo propósito, se determinó las medidas que tendrían los marcos donde se realizaron las pruebas. Se investigó sobre el tamaño estándar que tienen las pruebas para aglomerados según las normas ASTM y fue así como se estableció una medida de 7 cm x 30 cm.

Las herramientas utilizadas fueron: cocina, olla de peltre, colador, báscula, termómetro, tazas medidoras (ml), cucharas de madera, cucharas medidoras, recipientes pequeños, coco, fécula de maíz, marcos de metal, una hielera, hielo, agua helada, agua caliente, 2 tablas de madera con superficie lisa, y una espátula llana para cemento.

La mezcla para las pruebas de aglomerado se hicieron utilizando fécula de maíz marca Danny. Cada mezcla se realizó por individual, utilizando los mismos porcentajes tanto con fibra de coco Alto del Pacífico, como con la fibra de coco del Enano Malasino.

Además los porcentajes de féculas se fueron aumentando y disminuyendo de medida considerable para ver los cambios que ocurrían en las pruebas finales de aglomerado.

Por otra parte, los marcos de metal utilizados, se realizaron con tubo cuadrado de 1/2 plg de grosor. Esto permitió que el grosor de las láminas de prueba tuvieran un grosor de 1 cm al secarse completamente. Ver cuadro de herramientas en metodología (pág 62).

tabla 16

Ficha de observación
para el experimento 2 de la
actual investigación "Estudio
demostrativo del proceso
artesanal de aglomerado a
base de fibra de estopa de
coco como materia prima"

6.2.2 Ficha técnica de obtención de datos

TEMA	Estudio demostrativo del proceso artesanal de aglomerado a base de estopa de coco como materia prima	2
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

Lugar Taller de teñidos Universidad Dr. José Matías Delgado Fecha Lunes 21- 04 -2014 experimento

INCÓGNITA	OBJETIVO
¿Es la fécula de maíz el aglutinante ideal para generar tableros aglomerados de estopa de coco?	Realizar pruebas de aglutinado mezclando fibra de estopa de coco con fécula de maíz, comparando el alto del Pacífico con el Enano Malasino

MATERIALES			
Recipiente pequeño	Báscula	Colador	Agua caliente
Cucharas medidoras	Termómetro	Coco triturado	Agua helada
Cuchara de madera	Cocina	Fécula de maíz	2 Tablas de madera
Marco de metal de 7 cm x 10 cm	Tazas medidores en ml	Espátula llana	Olla de peltre
		Agua al tiempo	Hielera

PORCENTAJES COCO ENANO MALASINO Y ALTO DEL PACÍFICO					
Prueba	Estopa	Fécula	Agua caliente	Agua helada	Agua al tiempo
	5 %	5 %	55.3 %	25.71 %	9.0 %
1	36 g	36 g	430 ml	200 ml	70 ml
	3 %	5 %	37.4 %	46.0 %	5.60 %
2	24 g	45 g	305 ml	375 ml	70 ml
	4 %	15 %	36.8 %	25.8 %	18.40 %
3	24 g	100 g	250 ml	175 ml	125 ml
	4 %	15 %	18.40 %	25.8 %	36.8 %
4	24 g	100 g	125 ml	175 ml	250 ml
	8.8 %	8.8 %	0 %	36.6 %	45.8 %
5	24 y 24 g	48 g	0 ml	200 ml	250 ml
	4.6 %	8.5 %	50.9 %	8.3 %	23.7 %
6	36 y 36 g	72 g	430 ml	200 ml	70 ml
	5 %	5 %	55.3 %	25.71 %	9.0 %
7	36 g	36 g	430 ml	200 ml	70 ml

PREPARACIÓN DE ENGRUDO							
Alto del Pacífico			Enano Malasino		Mezcla de fibras		
Prueba	T. de proceso	T. secado	T. de proceso	T. secado	Prueba	T. de proceso	T. secado
1	33 min	20 días	33 min	18 días	5	38 min	12 días
2	29 min	24 días	29 min	23 días	6	35 min	12 días
3	30 min	21días	30 min	20 días	7	33 min	10 días
4	30 min	21días	30 min	20 días			

6.2.3 Resultados

Los resultados que se obtuvieron en esta fase de experimentación han sido diversos. Se realizaron diferentes pruebas en las que se jugó con los niveles de porcentajes de agua, fécula y fibra. Fue determinante conocer por sí misma la fécula de maíz y sus reacciones ante el aglutinado con la fibra de estopa. El tiempo dedicado a analizar las reacciones que tuvo la estopa fue importante, pues de ellas dependía alcanzar los objetivos planteados en el proyecto.

Se inició por aglutinar la fibra del coco Enano Malasino, estableciendo diferentes porcentajes que posteriormente se proporcionarán con la descripción específica de la muestra. Al mismo tiempo, se realizaron las pruebas con la fibra del coco Alto del Pacífico y se usaron los mismos porcentajes. Fue evidente la diferencia de aglutinación de ambas fibras. La fibra del Enano Malasino tenía un aspecto muy viscoso y pegajoso, mientras que la fibra del Alto del Pacífico fue menos viscosa; y por lo tanto, líquida y fluida.

Adicionalmente, podemos mencionar que el color en el material sigue teniendo cambios notables. Al calentar la fibra de estopa de coco se provoca que expela sus pigmentos naturales de color. En efecto, la fibra del coco Enano Malasino es la que expulsa mayor cantidad de pigmento; en cambio, la fibra del Alto del Pacífico suele ser menor y tenue.

Los marcos de metal en que se elaboraron las piezas de muestra no fueron la excepción para evidenciar fuertemente la capacidad de tinción que tiene la fibra. El metal favoreció y fortaleció la oxidación que la fibra tuvo en contacto con el agua y el aire. Cuando se retiraron los marcos de las piezas no pasó desapercibido el oscuro color de los bordes que resaltaron sobre el color de toda la pieza. Un color oscuro casi negro que dio un toque peculiar a las muestras y debería de ser retirado al momento de utilizar los tableros.

También hay que considerar que la cantidad de fécula de maíz influyó en el color que obtuvo cada prueba. A mayor cantidad de fécula se obtuvo un color café claro y a menor cantidad de fécula, un color café rojizo oscuro. De hecho, la cantidad de fécula no influye solo en el color del aglomerado, sino que, influye de forma singular en la solidez de las piezas de prueba. Cuando se incluye el porcentaje adecuado de fécula en la mezcla, la masa es manejable y consistente, lo que provoca que los moldes se llenen rápidamente y no existan excedentes de humedad.

El exceso de agua hace que la muestra requiera un proceso de secado más largo. Se observó que en dicho proceso las pruebas que tenían consistencia acuosa requirieron más de siete días para secarse. Dichas piezas son poco provechosas, pues atraen varios insectos y mosquitos que terminan por invadirlas. Sobre todo, se observó que posterior a los cuatro días de secado y exposición al aire libre se comienzan a formar diminutos puntos verdes; que precisamente, se aprecian como hogos al verlos de cerca.

Es más, el secado no fue uniforme, ya que las piezas se agrietaron en la superficie superior expuesta al aire; mientras que la superficie inferior o base

se conservaron húmedas. Cuando el excedente de agua en la muestra se evaporó, disminuyó al mismo tiempo su volumen y la fécula se acumuló en la base. Fue entonces, que se apreció claramente que la fibra había quedado entrelazada en la superficie y con huecos que carecían del relleno de la masa de fécula.

En cuanto al acabado en las superficies de las pruebas se probaron diferentes métodos para dejarlas lo más prolijas que se pudiera. Dependiendo de la consistencia de la pasta se buscaron soluciones alternas, desde frotado con agua y con calor.

Por ejemplo, a las viscosas, cuando se colocaban en el molde, se pulían con una espátula metálica caliente para que no se pegara y desprendiera la masa de la pieza de muestra. En cambio, la masa más sólida se pulía con la misma espátula en frío y con la superficie mojada con agua. La textura es muy similar a la arcilla roja en cerámica y con agua se logra deslizar con facilidad la mano o la espátula. Como tercera opción se trabajó con presión entre superficies de vidrio, que por ser lisas y aplastar una masa estable no se pegaban definitivamente a ella. Y al mismo tiempo le proveían un acabado liso en ambas caras a la pieza.

Al hablar de masas estables nos referimos a la masa que se creó con facilidades de moldear y facilidad de secado. Con una consistencia intermedia que permite una cómoda y efectiva manipulación.

En una mezcla estable influye la forma en que se impregna la fibra con la fécula. Es decir, la impregnación de la fibra se debe hacer antes de calentar la fécula, de manera que no se hagan grumos que al final no puedan disolverse. Una masa con grumos, será un aglomerado irregular con pequeñas bolas blancas.

Para este proceso, se investigó y analizó la preparación que le dan a la fécula de maíz para crear la cerámica fría. Esto ayudó a comprender y observar la estabilidad a la que debe de llegar la fécula para ser trabajada sin inconvenientes.

Por consiguiente, no bastó intentar hacer la masa de fécula de maíz con agua. Dicha masa resultó prácticamente imposible de lograr, pues al combinar ambos materiales se da lugar a un fluido no newtoniano. Es decir, que no tiene una viscosidad definida y constante.

Dadas las circunstancias, se logró comprender el por qué se utiliza pegamento en las recetas consultadas, además de otros materiales como aceite y vaselina o glicerina, que mejoran la calidad de la masilla. En nuestro proyecto, se sustituyó el pegamento por la lignina proveniente de la misma fibra de la estopa de coco; la cual, se activó de inmediato al ser sometida en calor. Ese proceso es el que provee la estabilidad necesaria a la fécula.

Ahora bien, con una masa estable, pueden darse dos variantes en los aglomerados que se realicen. La primera variante se logra con mayor cantidad de estopa y menos fécula; por lo tanto, la fibra se logra apreciar de



manera táctil, así como de manera visual. La segunda variante se logra con mayor cantidad de fécula; en donde predomina un color blanco y la fibra está disgregada. En cuanto a la textura visual de estas pruebas, se notó que no estaban saturadas y que la textura táctil no es percibida con facilidad.

También, debe considerarse que una mezcla donde predomina la fibra de estopa requerirá mayor cantidad de fibra para llenar el molde, ya que, no tendrá mucha fécula que sirva de relleno. La fibra que solo ha sido impregnada de fécula en calor activará su lignina, tendrá cohesión, predominarán sus pigmentos colorantes, pero será menos voluminosa y menos pesada.

Para finalizar se muestra una tabla con las fotografías de la mayoría de pruebas realizadas, así como la comparación de sus características. Además, se proporcionan las recetas utilizadas para cada una de las pruebas.

En síntesis, la prueba número cinco, es la que se obtuvo con mayor éxito, al lograr los porcentajes adecuados de estopa, fécula y agua. También, es el proceso que se resumió de mejor manera en cuanto a tiempo y resultados. La prueba número cinco es la que se llevará a cabo en el experimento número tres para realizarla en grande y obtener una auto validación.


6.2.3.1 Cuadro comparativo de pruebas aglutinadas

COCO ENANO MALASINO			
	PRUEBAS	COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
1		36 g Estopa 36 g Fécula de maíz 430 g Agua caliente 200 g Agua helada 70 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa. - Conservó la forma. - Bordes imperfectos (fibras sueltas). - Presentó mayor resistencia al hongo. - Cara superior e inferior son de diferente color. - Posee flexibilidad. - Reducción del espesor, de 1.3 cm a 1 cm. - Formación de manchas circulares de color naranja.
2		24 g Estopa 45 g Fécula de maíz 305 g Agua caliente 375 g Agua helada 70 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa. - Pérdida de la forma. - Bordes definidos. - Presentó poca resistencia al hongo. - Cara superior e inferior son del mismo color. - Posee poca flexibilidad. - Reducción del espesor, de 1.3 cm a 0.8 cm. - Formación de manchas circulares de color naranja.
3		24 g Estopa 100 g Fécula de maíz 250 g Agua caliente 175 g Agua helada 125 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa y agrietada. - Pérdida de la forma. - Bordes definidos. - Muy poca resistencia al hongo. - Cara superior e inferior son del mismo color. - No es flexible. - Reducción del espesor, de 1.3 cm a 0.9 cm. - Presenta grumos de fécula de maíz. - Formación de manchas circulares de color naranja y puntos blancos.
4		36 g Estopa 36 g Fécula de maíz 430 g Agua caliente 200 g Agua helada 70 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa y agrietada. - Conservó poco la forma. - Bordes definidos. - Muy poca resistencia al hongo. - Cara superior e inferior son de diferente color. - No es flexible. - Reducción del espesor, de 1.3 cm a 1 cm. - Formación de manchas circulares de color naranja.

COCO ALTO DEL PACÍFICO

PRUEBAS		COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
1		36 g Estopa 36 g Fécula de maíz 430 g Agua caliente 200 g Agua helada 70 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa. - Conservó la forma. - Bordes imperfectos (fibras sueltas). - Presentó mayor resistencia al hongo. - Cara superior e inferior son de diferente color. - Una cara muestra más estopa y la otra más fécula. - Posee flexibilidad. - Reducción del espesor, de 1.3 cm a 0.9 cm.
			
2		24 g Estopa 45 g Fécula de maíz 305 g Agua caliente 375 g Agua helada 70 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa. - Conservó la forma. - Bordes imperfectos (fibras sueltas). - Poca resistencia al hongo. - Cara superior e inferior son de diferente color. - Posee flexibilidad. - Reducción del espesor, de 1.3 cm a 0.8 cm. - Formación de puntos anaranjados en bordes y superficies.
			
3		24 g Estopa 100 g Fécula de maíz 250 g Agua caliente 175 g Agua helada 125 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa y agrietada. - Conservó poco la forma. - Bordes poco definidos. - Poca resistencia al hongo. - Cara superior e inferior son de diferente color. - Presenta grumos de fécula de maíz. - Posee flexibilidad. - Reducción del espesor, de 1.3 cm a 0.9 cm. - Formación de puntos blancos.
			
4		36 g Estopa 36 g Fécula de maíz 430 g Agua caliente 200 g Agua helada 70 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa y agrietada. - Conservó poco la forma. - Bordes definidos. - Poca resistencia al hongo. - Cara superior e inferior son de diferente color. - Una cara muestra más estopa y la otra más fécula. - Poca flexibilidad. - Reducción del espesor, de 1.3 cm a 1 cm.
			

COCO ENANO MALASINO y ALTO DEL PACÍFICO			
	PRUEBAS	COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
5		Estopa de coco amarillo y verde: 24g c/u Fécula de maíz: 48 g Agua al tiempo: 250 g	<ul style="list-style-type: none">- Superficie menos rugosa y agrietada.- Conservo la forma.- Bordes definidos.- Mayor resistencia al hongo.- Secado rápido al sol.- Cara superior e inferior son del mismo color.- Poca flexibilidad.- Reducción del espesor, de 1.3 cm a 1 cm.
			
6		Estopa de coco amarillo y verde: 36 g c/u. Fécula de maíz: 72 g. Agua helada: 200 g. Agua al tiempo: 70 g. Agua caliente: 430 g.	<ul style="list-style-type: none">- Superficie rugosa y menos agrietada.- Conservo poco forma.- bordes un poco definidos.- Mayor resistencia al hongo.- Secado rápido al sol.- Cara superior e inferior son del mismo color.- Poca flexibilidad.- Reducción del espesor, de 1.3 cm a 1 cm.
			

COCO ALTO DEL PACÍFICO			
7	PRUEBAS	COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
		36 g Estopa 36 g Fécula de maíz 430 g Agua caliente 200 g Agua helada 70 g Agua al tiempo	<ul style="list-style-type: none">- Superficie poco rugosa.- Conservo la forma.- Bordes indefinidos.- Mayor resistencia al hongo.- Secado rápido al sol.- Cara superior e inferior poseen el mismo color.- Muestra más contenido de estopa que fécula.- Posee flexibilidad.

6.2.3.2 Procesos de elaboración de pruebas

Los porcentajes de materiales corresponden a la prueba 1; sin embargo, el proceso es similar para las pruebas 2 y 3. La única diferencia se dio en los porcentajes de ingredientes utilizados; pues, se modificaban aumentándolos o disminuyéndolos según la necesidad. La meta era mejorar el proceso y la mezcla para obtener óptimos resultados.

En general, para definir las cantidades de ingredientes a utilizar en las pruebas se comenzó por crear una basada en el término medio; o sea, 50 % de fécula y el 50 % de fibra. Para ello, nos basamos en la capacidad de contenido que el marco metálico tenía. El marco se relleno de fibra completamente seca. La fibra fue pesada en báscula posteriormente y ese dato se consideró como base para incrementar o disminuir las cantidades de la fécula y del agua utilizada, por medio de una regla de 3. Ver ejemplo en página 99.

1. Calcular cuanta fibra seca de coco cabe en el molde.
2. Pesar esa cantidad de fibra (resultaron 36 g equivalentes al 5 %).
3. Calcular el porcentaje de fécula a utilizar en la mezcla, en base a la cantidad de estopa definida (resultaron 36 g, equivalentes al 5 %).
4. Calcular el porcentaje de agua a utilizar en la mezcla, en base a la cantidad de estopa y agua. (resultaron 750 ml, equivalentes al 92 %).
5. Separar el porcentaje de agua en la cantidad que se utilizará al tiempo (70 ml), caliente (430 ml) y helada (200 ml) a 5 °C.
6. Colocar 430 ml de agua en una olla de peltre y calentar hasta su ebullición (100°C). Luego bajar a fuego lento.
7. Disolver 36 g de fécula de maíz, en 70 ml de agua al tiempo para ablandarla y que no se haga grumo al contacto con agua caliente.
8. Mezclar la fécula diluida con el agua bullida.
9. Mover rápidamente la fécula con una cuchara de madera, para deshacer los grumos y quede gelatinosa de manera uniforme.
10. Agregar 24 g de estopa seca y 200 ml de agua helada (5°C) y revolver hasta lograr una mezcla gelatinosa homogénea.
11. Dejar enfriar la mezcla durante 4 min.
12. Verter la mezcla en los moldes de metal con una paleta de madera.
13. Calentar una espátula metálica cuadrada para cemento (tamaño estándar 11 cm x 28 cm).
14. Retirar el excedente de mezcla de marco con la espátula de metálica.
15. Poner a secar la mezcla dentro del marco.
16. Cuando la mezcla comience a secar y a encoger, cortar cuidadosamente los bordes pegados al marco con una cuchilla o cuchillo con filo.
17. Retirar el marco de metal y lavarlo.

PROCESO DE PRUEBA 4

1. Calcular en seco cuanta fibra seca de coco cabe en el molde.
2. Pesar esa cantidad de fibra (resultaron 24 g).
3. Calcular el porcentaje de fécula a utilizar en la mezcla, en base a la cantidad de estopa definida (resultaron 100 g, equivalentes al 15 %).
4. Calcular el porcentaje de agua a utilizar en la mezcla, en base a la cantidad

de estopa y agua. (resultaron 550 ml, equivalentes al 81%).

5. Separar la cantidad de agua, en la que se utilizará al tiempo (250 ml), la que se pondrá a calentar (125 ml) y la que se enfriará (175 ml) a 5 °C.
6. Colocar 125 ml de agua en una olla de peltre y calentar hasta su ebullición (100°C). Luego bajar a fuego lento.
7. Disolver 100 g de fécula en 250 ml de agua al tiempo para ablandarla sin que queden grumos.
8. Agregar a la fécula disuelta en agua, 24 g de estopa triturada.
9. Agregar la mezcla de estopa y fécula, al agua bullida.
10. Agregar a la olla los 250 ml de agua helada a 5°C.
11. Mover rápidamente el engrudo, con una cuchara de madera, para lograr una mezcla uniforme hasta que quede gelatinosa.
12. Dejar enfriar la mezcla durante 4 min.
13. Verter la mezcla en los moldes de metal con una paleta de madera.
14. Mojar espátula metálica para cemento (tamaño estándar 11 cm x 28 cm) para deslizarla y retirar el excedente de mezcla de marco con la espátula de metálica.
15. Retocar los bordes de la mezcla con el dedo mojado, como se trabaja la cerámica.
16. Poner a secar la mezcla dentro del marco.
17. Cuando la mezcla comienza a secar y a encoger, cortar cuidadosamente los bordes pegados al marco con una cuchilla o cuchillo con filo.
18. Retirar el marco de metal y lavarlo.

PROCESO DE PRUEBA 5

1. Pesar materiales.
2. Diluir la fécula en 250 g de agua al tiempo.
3. Mezclar rápidamente los 48 g de estopa con la fécula diluida.
4. Dejar en reposo la mezcla durante 5 min.
5. Calentar a fuego lento la mezcla en una olla durante 4 min (de peltre o de teflón de preferencia).
6. Sacar la mezcla en una bandeja durante 10 min para que se enfríe.
7. Amasar la mezcla para homogenizarla.
8. Rellenar marco capa por capa, apelmazándolas con un martillo rectangular de madera para compactarlas.
9. Quitar el exceso de mezcla y suavizar la superficie con una espátula.
10. Secar al sol la prueba.
11. Durante el inicio de secado retirar el marco después de 3 horas sin dañar la pieza.

PROCESO DE PRUEBA 6

1. Pesar cantidad de agua, fécula de maíz y estopa a utilizar.
2. Poner a helar 200 g de agua.
3. Poner a calentar en una olla 430 g de agua.
4. Diluir los 72 g de fécula de maíz en 70 ml de agua al tiempo.
5. Mezclar los 72 g fécula de maíz con la estopa triturada, dejando reposar 5 min.
6. Agregar la mezcla a la olla con agua bullida.
7. Revolver constantemente durante 6 min aproximadamente hasta que adquiera una consistencia gelatinosa.

8. Apagar el fuego y agregar los 200 ml de agua helada. Revolviendo durante 1 min hasta homogenizar.
9. Sacar la mezcla en una bandeja y dejar enfriar.
10. Colar la mezcla para retirar exceso de fécula de maíz líquida.
11. Rellenar poco a poco el marco apelmazándolo.
12. Quitar el exceso de mezcla y suavizar la superficie con una espátula.
13. Secar al sol la prueba.
14. Durante el inicio de secado retirar el marco después de 3 horas sin dañar la pieza.

PROCESO DE PRUEBA 7

- 1- 13 seguir los pasos del PROCESO 1
14. Colar la mezcla para eliminar el exceso de fécula líquida.
15. Verter la fibra humectada y colocarla en los moldes de metal con una paleta de madera.
16. Apelmasar la fibra humectada con un martillo cuadrado de madera.
17. Poner a secar la mezcla dentro del marco.
18. Cuando la mezcla comience a secar y a encoger se debe cortar cuidadosamente los bordes pegados al marco con una cuchilla o cuchillo con filo.
19. Retirar el marco de metal y lavarlo.

Para finalizar el apartado de procedimientos, se incluyó una imagen en la siguiente página (imagen 40), donde se muestran las fotografías completas de las pruebas para apreciar la forma y textura completa de cada una de las pruebas.

6.2.4 Validación

La hipótesis válida del segundo experimento es la H1: La fécula de maíz es el aglutinante apropiado en cuanto a sus propiedades físicas y químicas para generar tableros aglomerados.

La hipótesis H1 es válida porque al observar las muestras realizadas, podemos darnos cuenta que realmente reacciona ante la fibra de la estopa, logrando estabilizarse, a diferencia de la inestabilidad que tiene cuando es mezclada solo con agua. De hecho, la fécula de maíz es capaz de proporcionar volumen y dureza a la mezcla, mejorando la posibilidad de tener una producción económicamente viable. Cuando la fibra de coco seca se reduce en volumen, como vimos en la FASE 1; por lo tanto requiere más tiempo para procesar más cocos y con la fécula ese esfuerzo disminuye. Sobre todo la fécula de maíz es apropiada porque con buenas condiciones climáticas logra integrarse sin ningún inconveniente, desde que se mezclan hasta que la pieza se seca. Las muestras logran mantener la unidad a pesar que la fibra no tiene una longitud mayor a 1 cm y una vez secas no atraen insectos.

COCO ALTO DEL PACÍFICO



Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4

COCO ENANO MALASINO



Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4

COCO ALTO DEL PACÍFICO Y ENANO MALASINO



Prueba 5



Prueba 6

COCO ALTO DEL PACÍFICO (Fécula colada)



Prueba 7

Imagen 40

Pruebas completas de
aglomerado de fibra
de estapa de coco.

6.3 FASE 3 – EXPERIMENTO 3

El tercer experimento de la investigación consistió en crear un tablero aglomerado con fibra de estopa de coco y fécula de maíz, bajo los resultados y criterios obtenidos durante el experimento dos. Por consiguiente, se definió un solo proceso y se sistematizó. En este caso, se seleccionó el proceso creado para la prueba 5. En la prueba 5 se mezcló la fibra de la estopa de coco del Enano Malasino y la del Alto del Pacífico, ambas en porcentajes iguales.

La finalidad de este experimento fue corroborar que los resultados de la prueba 5 pudieran replicarse de manera controlada y a mayor tamaño; sin que el tablero perdiese sus características de dureza, aglutinado, estabilidad ni su forma compacta.

HIPÓTESIS

H1: Los tableros aglomerados de fibra de estopa de coco pueden elaborarse a base de fécula de maíz.

H1 nula: Los tableros aglomerados de fibra estopa de coco no pueden ser elaborados a base de fécula de maíz.

6.3.1 Preparación

Para la preparación que se tuvo para llevar a cabo el experimento tres se elaboró un pequeña ficha técnica de observación y recopilación de datos numéricos obtenidos a partir de las mediciones realizadas sobre la prueba de aglomerados en dimensiones mayores. También se detallan las herramientas que se utilizaron para crear la prueba de tablero de 40 cm x 40 cm.

Con el mismo propósito se determinó la medida que tendría el marco donde se prepararía este último tablero de prueba. Se investigó sobre el tamaño estándar de elementos de construcción y se retomó la medida de un azulejo de cerámica para suelo. Tomando en cuenta que es un tamaño considerable tanto para la construcción, así como para productos, mobiliario, artesanías, entre otros.

Para este experimento las medidas del tablero aglomerado se basan en aspectos de calidad retomados de las normas ASTM, de manera que nos ayude a acercarnos a un buen resultado con capacidad de perfeccionarse con la práctica en el tema.

Las herramientas utilizadas fueron: cocina, olla de peltre, colador, báscula, termómetro, tazas medidoras, cuchara de madera, cucharas medidoras, cuatro recipientes grandes, coco, fécula de maíz, marco de metal de 45x 45 cm, bandeja metálica, agua al tiempo, dos bases planas de madera y una espátula llana.

Al igual que en el experimento dos, se utilizó la fécula marca Danny para hacer las mezclas de los tableros de prueba de aglomerado de esta sección. Para cada prueba se realizó la mezcla de la prueba cinco del experimento dos. Para cada prueba se hizo una mezcla por separado para tener mejor control de ella y de su secado.

Por otra parte, los marcos de metal utilizados, se realizaron con tubo cuadrado de 1/2 pulgada de grosor. Esto permitió que el grosor de las láminas de prueba, al secarse, fueran aproximadamente de 1 cm de grosor. Sin embargo, aunque el tamaño del tablero creado es de 40cm x 40 cm, el marco se elaboró de 45 cm x 45 cm. El marco de metal debe ser más grande por dos razones: la primera es tener unos centímetros de ganancia, para que el encogimiento en el secado de la pieza no afecte la dimensión inicial que se pensó para la prueba. En cuanto a la segunda razón, fue la necesidad de tener unos centímetros extra que nos permitan hacer un corte prolijo de las orillas como un acabado final del tablero y presentarlo como un producto - materia prima.

Tabla 18

Ficha de observación para el experimento 3 de la actual investigación: "Estudio demostrativo del proceso artesanal de aglomerado a base de fibra de estopa de coco como materia prima"

6.3.2 Ficha técnica de obtención de datos

TEMA	Estudio demostrativo del proceso artesanal de aglomerado a base de estopa de coco como materia prima	3
Lugar	Bosques de Santa Teresa, Merliot.	Fecha <u>jueves 08 -05- 2014</u> experimento

INCÓGNITA	OBJETIVO
¿Pueden elaborarse tableros aglomerados de fibra de estopa de coco a base de fécula de maíz?	Realizar un tablero de estopa aglomerado de 40 cm x 40 cm y bajo ciertos criterios de calidad previamente establecidos.

MATERIALES			
Huacalas	Báscula	Colador	Agua al tiempo
Cucharas medidoras	Termómetro	Coco triturado	Martillo de cocina
Cuchara de madera	Cocina	Fécula de maíz	Tablas de madera
Marco de metal de 45 cm x 45 cm	Tazas medidores en ml	Espátula llana	Olla de peltre
		Bandejas	Hielera

PORCENTAJES ENANO MALASINO Y ALTO DEL PACÍFICO					
Prueba	Estopa	Fécula	Agua caliente	Agua helada	Agua al tiempo
	14 %	14%	0 %	0 %	72 %
8	241 y 241 g	482 g	0 ml	0 ml	2500 ml

DIMENSIONES EN SECO				MEDIDAS DE CANTOS				VERIF. DE ESCUADRAS	
Prueba	Largo	Ancho	Espesor	Canto 1	Canto 2	Canto 3	Canto 4	a - c	b - d
8	42.4 cm	42.4 cm	1.2 cm	1.3 cm	1.4 cm	1.4 cm	1.3 cm	59 cm	59 cm

OTROS DATOS			
T. de elaboración	1 hora con 20 minutos	Reducción por secado	2.6 cm en largo y ancho
T. de secado	1 semana exponiendo al sol	Reducción por corte	2.4 cm en largo y ancho

Imagen 41

Registro fotográfico del proceso del experimento 3: Elaboración de un tablero a partir de los resultados obtenidos en la FASE 2. Ver en página 100.

6.3.3 Proceso prueba ocho

1. Calcular cuanta fibra seca de coco cabe en un molde de 45 x 45 cm.
2. Pesar esa cantidad de fibra (resultaron 482 g: 241 g de estopa de coco Enano Malasino y 241 g de estopa de coco Alto del Pacifico).
3. Pesar la fécula de maíz a utilizar en la mezcla (482 g), y el agua al tiempo (2,500 ml).
4. Diluir la fécula de maíz en 2,500 ml de agua al tiempo.
5. Agregar los 482 g de fibra de estopa a la fécula diluida y mezclar homogéneamente.
6. Dejar en reposo la mezcla durante 5 min.
7. Calentar a fuego lento la mezcla en una olla durante 4 min (de peltre o de teflón de preferencia).
8. Sacar la mezcla en una bandeja durante 10 min para que se enfríe.
9. Amasar la mezcla para homogenizarla.
10. Rellenar el marco capa por capa, apelmazándolas con un martillo rectangular de madera para compactarlas.
11. Quitar el exceso de mezcla y suavizar la superficie con una espátula.
12. Secar al sol la prueba.
13. Durante el inicio de secado retirar el marco después de 3 horas sin dañar la pieza.

Un molde de 7 x 30 cm (tamaño de las pruebas en la fase 2) tiene la capacidad de contener 48 g de estopa triturada seca, agregando una cantidad igual de fécula de maíz 48 g y 250 ml de agua al tiempo (recordar que 1 g es igual a 1 ml).

Para deducir las cantidades de materiales a utilizar en un molde de 45 x 45 cm, se debe calcular cuanta estopa puede contener el marco. En este caso resultaron 482 g y de acuerdo con el peso se utiliza la misma cantidad de fécula de maíz 482 g y se realiza una regla de tres para calcular el agua:

48 g ----- 250 g (equivalente a los ml utilizados en prueba pequeña)
482 g ----- x

$482 \text{ g} \times 250 \text{ g} = 2,510 \text{ g de agua (2.5 L)}$ Cantidad de agua a utilizar en la prueba 8
48 g



1. Calcular cantidad de estopa triturada seca cabe en el molde.



2. Pesar la estopa triturada seca.



3. Pesar el agua al tiempo a utilizar.



4. Pesar la fécula de maíz.



5. Diluir la fécula de maíz en agua al tiempo.



6. Agregar la fécula diluida a la estopa triturada seca y mezclar.



7. Dejar reposar durante 5 minutos.



8. Calentar a fuego lento la mezcla.



10. Amasar la mezcla para homogenizarla.



11. Aplicar la mezcla al molde uniformemente.



12. Apelmazar con un martillo capa por capa.



13. Retirar excedentes de mezcla y suavizar la superficie.



14. Secar al sol la prueba.



15. Retirar marco después de 3 horas de inicio de secado.

6.3.4 Resultados

Para esta sección se mencionarán aspectos observados en la reacción y comportamiento de la prueba 8. Por ejemplo la consistencia de la mezcla tuvo las mismas características que la mezcla pequeña (prueba 5). El aglutinamiento se hizo sin inconvenientes a pesar del aumento considerable de insumos. El tablero tuvo un proceso de secado bastante rápido; esto, si se compara con las pruebas de menor tamaño elaboradas en la fase 2 de este proyecto. Probablemente debido a que se permitió la evaporación de la mayor cantidad de agua durante el proceso de cocción de la prueba. Además, se debe de considerar el clima, pues hubo mayor presencia de sol y calor, comparado con las semanas anteriores cuando se trabajó con el experimento dos.

La consistencia como masa y la forma definida del tablero es muy buena, ya que no se enconchó y las superficies quedaron bastante planas. No se observaron grietas como sucedió con algunas de las pruebas de la fase 2 (provocadas por la acumulación de fécula en la parte inferior). La prueba 8 se mantuvo consistente en ambas caras. Por otra parte, la superficie más expuesta al aire obtuvo un color más oscuro, en comparación, con la superficie que tuvo menor tiempo expuesta.

Los bordes fueron definidos y ordenados, sin embargo siempre se recurrió a cortar los bordes para dar un mejor acabado. Se cree que este tipo de tableros son adecuados para uso en interiores. Se observó que al pasar mucho tiempo en el sol, el tablero, tendía a enconcharse. Aunque hay que hacer énfasis que posteriormente volvía a su posición normal; es decir, una posición plana sobre la lámina de madera sobre la cual se secaba.

La prueba 8 al gozar de mejor condición climática y menor humedad en su mezcla no tendió a adquirir hongos en ninguna de las superficies. Y en cuanto a su dureza y aglutinado se puede sentir táctilmente que es muy consistente. Al intentar doblarla con las manos ejerciendo un nivel indeterminado de fuerza, el tablero ofrece buena resistencia y no se agrieta. Su flexibilidad no es mucha. Es un tablero liviano y de color café oscuro gracias a su propia pigmentación extraída al calentar la mezcla que es como una solución acuosa.

Como bloque, el tablero, tiene buenas características, sus medidas de encogimiento son uniformes, por lo tanto, puede comprobarse que la integración de la fécula y de la fibra se da de forma natural sin ser forzada y con alto nivel estabilidad física; ya que, la pieza no se desmorona ni se deshace con el roce o la fricción. Es más, en pruebas caseras e inmediatas se incrustaron algunos tornillos en el tablero y estos quedaron incrustados con mucha presión. El nivel de firmeza de los tornillos en la prueba 8 resultó mejor y por encima de los resultados obtenidos al incrustar los mismo tornillos en trozos de MDF.

Por último, es necesario hacer énfasis en la parte de apelmazado del proceso, pues es recomendable realizar el apelmazado y pulido con agua en ambas caras, para evitar las grietas en la parte inferior debido a bombas de aire que puedan quedar entre la superficie de madera y la mezcla. Y en síntesis, se presenta a continuación algunas fotografías del tablero aglomerado final.



Imagen 42

Imagen de la prueba ocho en el experimento 3. Tablero de fibra de estopa de coco aglomerada con fécula de maíz.

6.3.5 Validación

La hipótesis válida es la H1: "Los tableros aglomerados de fibra de estopa de coco pueden elaborarse a base de fécula de maíz"

Al crear un tablero aglomerado grande de 45 cm x 45 cm (que se redujo posteriormente a 40 cm x 40 cm) y corroborando algunas medidas, retomadas de las normas ASTM, se comprobó si se pueden crear tableros aglomerados. Se verificó que las escuadras del tablero en su tamaño original y en seco (42.4 cm x 42.4 cm) no varían pues tiene un encogimiento uniforme, integrando naturalmente la fibra y la fécula. Además el grosor del tablero también es uniforme, no sobrepasando los 0.15 cm en sus cantos; es más, con la práctica y desarrollo de la técnica se pueden llegar a tener resultado aún mejores en cuanto al acabado de las superficies del tablero.

CAPÍTULO 5

7. CONCLUSIONES

A lo largo de la presente investigación logró demostrarse, que al mezclar la fibra de estopa de coco del Enano Malasino, del Alto del Pacífico y la fécula de maíz, como aglutinante, se pueden elaborar tableros del tipo aglomerados. Tableros propuestos como materia prima, mediante un proceso artesanal.

Parte de la investigación bibliográfica permitió conocer las propiedades y características de cada una de las especie de coco, en cuanto a su fruto y árbol. Así también las utilidades de la estopa de coco a nivel internacional y nacional. Lo cual impulsó a realizar la presente investigación, ya que en nuestro país se genera desperdicio de estopa que en su mayoría son destinados para carbón o la agricultura. Cumpliendo con los objetivos establecidos:

1. Se sistematizó el proceso de aglomerado de fibra de estopa de coco en tableros, para su futura implementación como producción artesanal en las comunidades de zonas costeras. El proceso se describe paso a paso, con la finalidad que pueda ser replicado por los artesanos o posibles investigadores, contribuyendo al medio ambiente y a reducir los desechos orgánicos.

2. Se experimentó, transformando la estopa de fibra de coco aglomerada en tableros, mediante un proceso artesanal de poco impacto al medio ambiente. El fruto del coco se puede aprovechar al máximo, su estopa posee componentes adhesivos, que a nivel industrial es aglutinado con componentes químicos como el formaldehído. Las personas que trabajan en plantas químicas o cerca de ellas, en donde manufacturan y usan formaldehído, suelen estar expuestas a las altas cantidades del químico, afectando su salud. Por esa razón, se cree que seleccionar

la fécula de maíz es una buena opción, pues es un cultivo común en nuestro país, que posee propiedades adhesivas para dar más resistencia a los tableros aglomerados, sin dañar el medio ambiente.

3. Se definió el tipo de coco (Alto del Pacífico o Enano Malasino) según su reacción ante el aglutinante y la cantidad de materia prima proporcionada. Para la cual se experimentó extrayendo la fibra de estopa de coco de ambos tipos, mezclándolas con la fécula de maíz, comparando sus propiedades físicas.

La investigación basada en tres experimentos y cinco hipótesis, muestra el procedimiento que se llevó a cabo para llegar al resultado final, concluyendo:

En el experimento uno se definió cual es la estopa idónea para realizar los tableros aglomerados. A través de la cuales se observaron sus similitudes y diferencias, tomando aspectos como la facilidad de extracción y la cantidad de materia obtenida por cuatro unidades de cada especie de coco de tamaño similar. Siendo la hipótesis válida:

H3: La estopa de coco Alto del Pacífico y Enano Malasino son idóneas para generar los tableros aglomerados.

La estopa de ambas especies de coco, previamente seleccionada de cocos de la misma edad, dieron como resultado las mismas características. La extracción de ambas estopas se realizó con el mismo procedimiento, el cual no mostró dificultad en ninguna de las especies. Sin embargo, se puede mencionar la diferencia en la cantidad de materia prima, ya que a pesar que se seleccionaron cocos de tamaño similar, nunca llegan a ser idénticos en tamaño y peso, aunque lo parezcan a simple vista o sean de un mismo gajo.

Trabajar la estopa en estado tierno facilita su extracción y su corte en trozos pequeños, la misma humedad que posee, agiliza el proceso de triturado. En cambio con la estopa cuando está seca el triturado es difícil de realizar.

La estopa triturada muestra tres tamaños: el polvo, el sustrato y la fibra. Al secarse por completo su peso reduce a más de la mitad de su peso inicial, lo que permite tener un peso real de la estopa en gramos.

En el experimento dos se comprobó que el acoplamiento de la fibra de estopa de coco triturada y la fécula de maíz, con ambas especies de coco, observando su comportamiento y proceso de secado al sol. Siendo la hipótesis válida:

H1: La fécula de maíz es el aglutinante apropiado en cuanto a sus propiedades físicas y químicas para generar tableros aglomerados.

Ante los resultados obtenidos en las pruebas con diferentes porcentajes de agua y fécula, se puede corroborar que las pruebas con estopa del Enano Malasino son mejor. Dado que presentan mejor acoplamiento con la fécula de maíz, más consistencia y mayor resistencia a los hongos. Sin embargo, es evidente que las pruebas en las que se aplicó grandes cantidades de agua no lograron mantener la forma recta durante el proceso de secado.

En las pruebas con estopa Alto del Pacífico se observó que la fécula no logró acoplarse por completo y que su consistencia fue más líquida. Claramente se ve que en la cara inferior de la prueba se acumula el exceso de fécula y en la superior queda la estopa. La fibra no absorbe por completo la fécula de maíz, por lo cual tendió a generar un tipo de grietas. También tuvo poca resistencia al hongo. Sin embargo, se tuvo un buen resultado con la prueba siete, en donde se coló el exceso de fécula de maíz y predominó la fibra humectada, acoplándose, adhiriéndose fácilmente y conservando la forma.

Al mezclar ambas estopas de coco en un porcentaje equivalente con la fécula de maíz y un porcentaje bajo de agua, mejoran las propiedades físicas del aglomerado. Al mejorar el aglomerado nos referimos a que conserva más la forma, posee resistencia a los hongos, tiene mayor dureza y la fécula de maíz refuerza las propiedades adhesivas de la estopa.

La temperatura juega un papel muy importante; ya que, al exponer la estopa al calor se activa su lignina, permitiendo la unión de las fibras entre sí. Con respecto a la fécula de maíz también ejerce efecto, pues la vuelve más pastosa y sólida, ideal para poder moldearla.

En el experimento tres, se comprobó que se pueden crear tableros aglomerados a base de estopa de coco y fécula de maíz. Siendo la hipótesis válida la H1: Los tableros aglomerados de fibra de estopa de coco pueden elaborarse a base de fécula de maíz.

Según los resultados del experimento dos (prueba cinco) la mezcla de ambas estopas conservaron sus mejores propiedades físicas. Al elaborar la prueba en un tamaño mayor (prueba ocho) con medida de 40 x 40 cm, también se conservaron las mismas propiedades. Incluso se aprecia que el resultado fue mejor.

Durante el proceso de la prueba ocho, el apelmazado de la mezcla capa por capa, dota a la pieza de más dureza. El apelmazado compacta la fibra para que no pierda la forma ni se agriete al momento que se evapora el agua durante el proceso de secado.

Para sintetizar, se puede mencionar que la mezcla de las estopas muestra un material con mucho potencial que puede ser eficiente para la industria de la construcción en interiores. El material podría llegar a deformarse en el exterior; ya que, una de las cualidades de la fibra es absorber y desechan el agua con mucha facilidad.

Al mismo tiempo, la mezcla de ambas estopas permite el reciclaje, uno de los objetivos principales de la investigación, aprovechando al máximo los desechos y a través de un proceso artesanal que evita el consumo energético, minimizándolo al utilizar los recursos naturales.

Los tableros aglomerados de fibra de estopa de coco, a nivel artesanal, representan una alternativa ante los tableros aglomerados mediante procesos industriales. Pues, al ser artesanales se convierten de fácil acceso y reproducción por artesanos, quienes no poseen la maquinaria industrial necesaria. Además, conlleva un valor agregado por ser elaborados mediante un proceso ecológico.

8. RECOMENDACIONES

— Para el gestor gubernamental y cultural de El Salvador:

- Se recomienda que apoyen este tipo de investigaciones experimentales, ya que posibilita la apertura de nuevas líneas de diseño y producción que contribuyen con la riqueza económica y cultural del área artesanal.
- Además, se les incentiva a tomar en cuenta este tipo de proyectos y que puedan ser implementados a través de diferentes organizaciones gubernamentales o no. La idea es poder difundir los conocimientos y la experiencia adquirida en esta investigación, para dejar un legado cultural en el área artesanal.

— Para la Universidad Dr. José Matías Delgado:

- Se recomienda reevaluar posibles cambios en el pensum de Diseño de Producto Artesanal; de manera que, se pueda impartir una materia en la cual, los alumnos, se vean motivados a experimentar con diferentes materiales. De preferencia, con

materiales de producción nacional que aseguren su fácil acceso, plantación o comercio. Que la asignatura sea para proponer nuevas materias primas en el mercado nacional y que puedan ser trabajadas a nivel artesanal.

- También se recomienda incluir en el pensum, la materia de química, que acompañe el desarrollo y aprendizaje de las asignaturas que promueven la experimentación con materiales.

- Promover la difusión del contenido en la presente investigación, a través de diferentes medios y organizaciones, ya sea a nivel nacional como internacional.

- De igual manera, es recomendable que la universidad Dr. José Matías Delgado, pueda expandir sus áreas de proyección social. Por ejemplo con comunidades de áreas costeras; ya que, esto supone encontrar otros materiales diversos en el medio, que están disponibles en la naturaleza para trabajar junto a comunidades.

Para diseñadores o investigadores interesados:

- Realizar diferentes pruebas de resistencia a tableros obtenidos mediante el proceso proporcionado en el experimento tres. De tal manera que pueda conocerse con exactitud la resistencia que el tablero posee ante diversas pruebas y actividades. Algunas de las pruebas de resistencia pueden ser: resistencia de peso, abrasión, fuego, a la intemperie, a la resistencia de flexión estática, tensión paralela a la superficie, tensión perpendicular a la superficie, compresión a la superficie de forma paralela, resistencia a movimientos laterales, resistencia a clavos o tornillos, prueba de dureza del tablero, absorción del agua, etc. Esto ayudará a saber en qué tipo de productos es correcto aplicar este tipo de tableros aglomerados.

- También es recomendable seguir experimentando con tableros aglomerados de fibra de estopa de coco, aglutinados con fécula de maíz; pero, cambiando los porcentajes de los materiales y reforzando el proceso de secado; aunado con algún tipo de prensado que ayude optimizar la calidad final. Por ejemplo, crear tableros como los de la prueba siete del coco Alto del Pacífico, en el experimento dos. La prueba siete, presenta diferente flexibilidad y por lo tanto puede tener aplicación en otro tipo de productos.

- Realizar experimentaciones tiñendo la fibra de estopa de coco con colorantes naturales, antes de crear los tableros aglomerados, para diversificar el producto obtenido. Todo lo anterior, sin perder de vista los ideales del proceso de bajo impacto ecológico.

- Experimentar con el propio colorante natural que posee la fibra de estopa de coco. Puesto que en el proceso de triturado de la fibra se observó que al tener fricción con el metal del molino de patea, expelía gran cantidad de colorante en tonalidad azul o gris oscuro. El colorante mencionado es probablemente un tanino; el cual, no pudo ser extraído de la fibra con un proceso normal de extracción de pigmento, en medio acuoso sometido a calor.

AGRADECIMIENTOS

Por la valiosa ayuda económica y moral que hemos recibido durante todo el proceso de monografía, queremos agradecer de manera especial a nuestros padres:

- Efraín Figueroa y Aracely de Figueroa.
- Cecilio Acosta y Noemí Rodríguez.

Además, expresamos un sincero agradecimiento a nuestros asesores: Msc. Celina Andino, Msc. Jorge Arturo Colorado y Msc. Noé Samael Rivera. Por ser unos excelentes guías para llevar a cabo la investigación; por su pasión, por su puntualidad y disponibilidad en el trabajo.

Finalmente, queremos agradecer a la Universidad Dr. José Matías Delgado, especialmente a la Escuela de Diseño por prestar sus talleres y maquinaria; logrando así, que la investigación se lograra concluir con éxito y mayor calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alas, M. E. (Diciembre de 2010). *Industrialización de la gibra de estopa de coco*. San Salvador, San Salvador.
- Alcides Ochoa, P., Flores Hidalgo, H. A., & Barriere, E. E. (Diciembre de 2013). *Anuario de Estadísticas Agropecuarias*. Santa Tecla, El Salvador.
- Arguero, D. V. (Septiembre de 2011). *Diseño de un triturador pulverizador de estopa de coco para la producción de sustrato granulado*. Quito, Ecuador.
- ASTM International. (1996-2014). Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://www.astm.org/>
- Carrillo, M. A. (Julio de 2005). *Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de fibra de coco y cemento*. Coquimatlán, Colima, México.
- CENTA. (2005 -2014). *Importaciones de coco*. San Salvador.
- CENTA. (2006 -2007). *Producción de los granos básicos en El Salvador*. San Salvador.
- Chile, A. d. (2006). *La Industria de los Tableros de Madera en Chile. Celulosa y Papel*, 23-28. Chile.
- Comercio, M. d. (1 de Marzo de 1988). [biblioteca.idict.villaclara.cu](http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/adhesivos%20para%20tableros%20de%20madera/14.doc.pdf). Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/adhesivos%20para%20tableros%20de%20madera/14.doc.pdf>

- Deras flores, H. (2012). *Guía Técnica Cultivo del Maíz*. San Salvador, El Salvador.
- García Rodríguez, J. M., & Guerrero, M. (2003). *Guía Técnica Cultivo del Cocotero*. San Salvador, El Salvador.
- Gonzales Sánchez, R. F. (Primavera de 2005). *Directorio de empresas y equipo de procesamiento*. Colima, México.
- Godínez, J. P. (Agosto de 2005). *Diseño y caracterización del material compuesto por Polietileno de alta densidad y fibra de coco*. Coquimatlán, Colima, México.
- Lizano, I. M. (2001). *Guía técnica del cultivo de coco*, 8. San Salvador, El Salvador.
- Machuca, V. M. (2007). *Adherencia y Adhesivos para Madera. Materiales de Nueva Generación y Materiales Eficientes*. Alcalá, España.
- MAG, M. d. (2013, Diciembre). *Anuario de estadísticas agropecuarias 2012 - 2013*. 6, 8, 49, 50, 51 y 69. Santa Tecla, El Salvador
- Quiroz, A. L. (29 de Marzo de 2011). *Manual de uso de la Técnica del Migajón aplicada a la Elaboración de Objetos Decorativos para el Hogar, con las estudiantes de la Unidad Educativa Artesanal "Caranqui" de la ciudad de Ibarra*. Ibarra, Ecuador.
- Red Institucional de Tecnologías Limpias - Colombia. (2006). Recuperado el 8 de Abril de 2014, de http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/331104/331104_mp.htm
- Red Institucional de tecnologías Limpias. (2006). Recuperado el 8 de Abril de 2014, de http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/331104/331104_ee.htm
- Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. (2010). *Metodología de La Investigación* (Quinta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Rodríguez, J. M. (s.f.) (2003). *Boletín Técnico Hibridación del Cocotero*. 7. San Salvador, El Salvador.
- Romero, A. (19 de Noviembre de 2012). *eleconomista.com.mx*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de eleconomista.com.mx: <http://eleconomista.com.mx/>
- Sabino, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Caracas, Venezuela: Panapo.
- Vanegas, M. d., Lizano, M., Galdámez, A., Baiza, V., Tobar, C., & Cruz Amaya, E. (Marzo de 2001). *Boletín de Mercado del Coco*. *Boletín de Mercado del Coco*. San Salvador, El Salvador.
- Velasco, S. (15 de Marzo de 2012). *elmundo.com.sv*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://elmundo.com.sv/definen-pilares-para-el-segundo-fomilenio>

